



**BIBLIOTECA ELECTRÓNICA**  
**de**  
**GEMINIS PAPELES DE SALUD**

<http://www.herbogeminis.com>



**Máximo Sandín - Escritos**

- Inicio	2
- Pensando la evolución, pensando la vida	4
- Virus y locura (científica)	12
- En busca de la Biología	16
- La transformación de la evolución	54
- ¿Pensamiento único o ausencia de pensamiento?	80
- Sobre el origen del hombre	85
- Hacia una nueva Biología	111
- Teoría sintética: crisis y revolución	151
- Synthetic theory: crisis and revolution	175
- El darwinismo social	198
- Los ciegos y el elefante	215
- La función de los virus en la evolución	219
- Las "sorpresas" del genoma	225
- Biology: an old perspective	236
- Nueva Biología para una nueva sociedad	249
- ADN, la molécula milagrosa	291
- Sucesos excepcionales en la evolución	295
- Dos libros: dos universos	322
- La lucha contra bacterias virus	327
- The fight against bacteria and virus (&pdf)	334
- Lamarck y la venganza del Imperio (&pdf)	340
- De Ayllukuna a la teoría de sistemas	350
- Carta a Nereida	355

## Apéndice I: Géminis Papeles de Salud - Hemeroteca

* La función de los virus en la evolución	360
* La guerra contra bacterias y virus: una lucha autodestructiva	367
* (Andrea Barreira, Zeteticismo) Entrevista a Máximo Sandín con motivo del bicentenario de Charles Darwin	374

## Apéndice II: Vídeos Liga para la Libertad de Vacunación

· Desmontando a Darwin - Entrevista Máximo Sandín (Barcelona, marzo 2010)	380
· La lucha contra bacterias y virus: una lucha autodestructiva (Conferencia Biocultura, Madrid, noviembre 2009)	
· Darwinismo, Ciencia y Poder (Conferencia de Máximo Sandín en Barcelona, marzo 2010)	

## Apéndice III: Entrevistas internet

- Máximo Sandín aboga por una nueva biología científica que supere el debate neo-darwinismo vs. diseño inteligente, Zeteticismo, 05-10-2008	381
- Máximo Sandín: "La naturaleza no es un campo de batalla en el que todos los seres vivos compiten permanentemente", José F. Gómez Sánchez, Agenda Viva Revista Digital, otoño 2009	390
- Máximo Sandín, científico y luchador activista por la vida, Pedro Pozas, 02-09-2009	397



Universidad Autónoma de Madrid

[Sugerencias](#) [Novedades](#) [Direcciones y Teléfonos](#) [Búsquedas/Índice Web](#) [Web](#) / [Recursos](#)

Facultad de Ciencias \_ Departamento de Biología

PÁGINA DE

# MÁXIMO SANDÍN

ARTÍCULOS DISPONIBLES

**[PENSANDO LA EVOLUCIÓN, PENSANDO LA VIDA](#)**

[VIRUS Y LOCURA \(CIENTÍFICA\)](#)

[EN BUSCA DE LA BIOLOGÍA](#)

[LA TRANSFORMACIÓN DE LA EVOLUCIÓN](#)

[¿PENSAMIENTO ÚNICO O AUSENCIA DE PENSAMIENTO?](#)

SOBRE EL [ORIGEN](#) DEL HOMBRE

HACIA UNA [NUEVA BIOLOGIA](#)

[TEORÍA SINTÉTICA](#): CRISIS Y REVOLUCIÓN

[SYNTHETIC THEORY](#): CRISIS AND REVOLUTION

EL [DARWINISMO SOCIAL](#)

LOS [CIEGOS](#) Y EL ELEFANTE

LA FUNCIÓN DE LOS [VIRUS](#) EN LA EVOLUCIÓN

LAS "[SORPRESAS](#)" DEL GENOMA

[BIOLOGY](#) : AN OLD PERSPECTIVE

NUEVA [BIOLOGÍA](#) PARA UNA NUEVA SOCIEDAD

[ADN](#), LA MOLÉCULA MILAGROSA

[SUCESOS EXCEPCIONALES EN LA EVOLUCIÓN](#)

[DOS LIBROS: DOS UNIVERSOS](#)

[LA LUCHA CONTRA BACTERIAS VIRUS](#)

[THE FIGHT AGAINST BACTERIA AND VIRUS \(PDF\)](#)

[LAMARCK Y LA VENGANZA DEL IMPERIO \(PDF\)](#)

[DE AYLLUKUNA A LA TEORIA DE SISTEMAS](#)

**[CARTA A NEREIDA](#)**

ULTIMA REVISIÓN : 22/06/10

# PENSANDO LA EVOLUCIÓN, PENSANDO LA VIDA

Máximo Sandín

## PRÓLOGO A LA SEGUNDA EDICIÓN

Supongo que tampoco en este caso descubro nada nuevo con la afirmación de que una explicación incompleta o, simplemente, una omisión en una narración pueden falsear toda una realidad, pero quizás sea oportuno un ejemplo para ilustrarla: Si me limitase a escribir un “prólogo a la segunda edición” de esta especie de libro sin más explicación podría dar la impresión de que la primera edición había sido un éxito. Se habría agotado. Pero si completamos la información con datos tales como que la primera edición constaba de cuatro mil ejemplares y que parte de ellos (prefiero no saber cuantos) se estropearon en el almacén por una fuga de agua, la imagen es muy diferente (es decir, patética) y más real.

De todas formas, esa primera edición ha superado con creces mis expectativas, porque ha permitido a cierto número de personas leer su contenido con calma y reflexión y tener una visión de conjunto de las ideas y argumentos, más o menos consistentes, contenidos en él. Sólo por esto, mi agradecimiento al intrépido editor será eterno.

Debo confesar que cuando Jon me comunicó su intención de publicar “una selección” de mis artículos imaginaba algo así como un mazo de fotocopias. No podía imaginar que tuviese aspecto de verdadero libro ni, mucho menos, que en unos pocos años “Ediciones Crimentales”, cuya denominación es tan inteligente como significativa (como poco comercial) dispusiera de un fondo editorial de bellos libros, de libros de verdad, como el que tiene. Pero esto es sólo un insignificante aspecto de la exuberante y alegre capacidad de trabajo físico e intelectual de Jon, cuyas polifacéticas actividades (incluidas las científicas) no voy a enumerar porque sólo su narración me resulta agotadora. Sólo puedo decir que todos y cada uno de sus optimistas pasos están orientados a un mismo fin: aportar algo que sea positivo para él y, sobre todo, para los demás.

Mi optimista amigo ha calmado la preocupación que reflejaba en el “prólogo a la primera edición” por su posible ruina. Las nuevas tecnologías que permiten editar pequeñas tiradas de libros “por encargo” nos van a permitir presumir, en unos pocos meses, de que ya vamos “por la sexta edición”. Puede parecer un triste consuelo, pero al mismo tiempo es una gratificante muestra de cómo una mente creativa, un espíritu positivo, puede burlar las “leyes” del mercado y no ser su víctima si no tiene la obsesión de enriquecerse.

De todos modos, tampoco era necesario ser un experto en “prospectiva” para predecir que este libro no iba a ser precisamente un *best-seller*. Era evidente que no cumplía ninguna de las condiciones necesarias, comenzando por una mínima calidad literaria, aunque eso no ha sido nunca mi preocupación ni, mucho menos, mi objetivo. Pero, entre las muchas condiciones que no cumplía (vamos a obviar los aspectos “comerciales”), una que puede merecer cierta consideración es que las condiciones para su recepción no eran (no son), ni mucho menos, las adecuadas. Y no me refiero solamente a las condiciones del “mercado” (la evolución no es precisamente un tema por el que el público en general sienta una especial avidez), ni tampoco solamente a las condiciones científicas (ya “se sabe” todo lo que hay que saber sobre la evolución), sino a las condiciones, digamos sociales, a una actitud compartida por el ámbito científico y los grandes medios de comunicación, los “creadores de opinión”, de confianza ciega en lo que está “científicamente demostrado”. Y “la teoría de la evolución” de Darwin está más que demostrada, como asume la comunidad científica. Cualquier crítica a “la” teoría de la

evolución no merece ser tenida en cuenta: “ya se sabe de donde viene”. Creo que nunca en la historia de la Ciencia ha existido una tal comunión espiritual, tal estado de romance permanente entre una disciplina científica y los grandes medios de comunicación como la existente durante los últimos años, especialmente este 2009, con la Biología. Claro que la Biología ha sido denominada “la ciencia del siglo XXI” y hay grandes esperanzas o, más bien, grandes intereses depositados en ella.

Sin embargo, muchos biólogos (es decir, no todos) y muchos “creadores de opinión” (tampoco todos) se sorprenderían si tuvieran información sobre el enorme caos, la enorme confusión en la que está inmersa la Biología. Las flagrantes contradicciones entre los conocimientos que se están acumulando, gracias a los progresos tecnológicos en la observación de los fenómenos naturales reales, y los supuestos teóricos en los que se basan esas esperanzas, o mejor, esos intereses. Un caos teórico más acentuado cada día que pasa y se acumulan nuevos conocimientos porque los supuestos teóricos superados, desbordados por estos conocimientos son, al parecer, inamovibles. Ante esta situación que se puede calificar como irracional, y mucho más cuando se supone que la Ciencia es el máximo exponente de la racionalidad humana, la pregunta que surge es ¿cómo es posible que una base teórica que pretende explicar la Naturaleza, la vida, que ha sido elaborada sobre suposiciones si la menor base empírica y explicaciones (justificaciones) de las relaciones sociales, en un momento histórico muy especial (la Revolución industrial) y bajo una óptica cultural muy especial (el calvinismo victoriano) haya alcanzado tanto poder como para resultar inamovible a pesar de los progresos en los conocimientos? ¿Por qué no ha sucedido con la Biología lo que se ha producido con la Física, la Química, y las Matemáticas, a las que el poder de resolución de las nuevas tecnologías han revolucionado sus fundamentos teóricos, su concepción de la realidad? ¿Qué tiene de especial la base teórica de la Biología, una disciplina más compleja que sus tres compañeras, porque sus procesos han de cumplir las “leyes” de la Física, de la Química y de las Matemáticas y, además, tienen las capacidades de autoorganización, reproducción y comunicación con el ambiente, para que su base conceptual no haya cambiado desde mediados del siglo XIX? ¿Por qué la selección “natural”, un concepto basado en la observación de los criadores de animales domésticos y cuyo significado inicial se limitaba a la supervivencia diferencial de unos animales (los “más adecuados”) sobre otros se ha elevado a dogma intocable de la Biología y ha quedado como explicación “del todo”, como “deus ex machina” capaz hasta de insuflar vida a lo inanimado?

La sensación de confianza que produce la comunicación con un reducido círculo de lectores me anima a transmitirles algunas confidencias personales y algunas informaciones con la que me he topado en mi intento de comprender esta extraña situación que hace ignorar los datos más evidentes y repetir jaculatorias sin la menor base como si fueran la verdad revelada.

Cuando intentas cumplir con lo que debería ser tu trabajo intentando aportar alguna idea que permita poner algo de racionalidad en el caos teórico en que está sumida la Biología y compruebas que la respuesta más general es una descalificación total del intento sin molestarse en verificar los datos científicos aportados. Cuando intentas transmitir que tu intención no es arrogarte el papel de “propietario” de una nueva teoría de la evolución (las ideas no tienen dueño), sino que tu intención es transmitir a la sociedad, en la medida de tus posibilidades, que las cosas no son así de terribles porque son “leyes naturales”; que la Naturaleza, la vida, no tiene nada que ver con la sórdida concepción competitiva, individualista, egoísta que nos han transmitido y a sugerir a la “comunidad científica”, especialmente a los jóvenes biólogos, que tienen mucho por hacer y mucho que aportar, que tienen por delante el apasionante trabajo de rehacer la Biología, y lo que recibes son insultos sin tomarse la molestia de intentar rebatir tus argumentos, te das cuenta de que esas reacciones no tienen el carácter de debate científico sosegado,

racional. Son respuestas con un gran contenido “emocional”, como las de los fanáticos religiosos. Entonces, se te ocurre que una manera de intentar comprender esta situación puede ser ir a su origen, es decir, buscar los motivos por los que una crítica a una idea se puede llegar a considerar “una agresión”.

Y el primer paso que puede parecer más lógico es ir a la fuente de estas ideas. A los libros de Darwin. Y te quedas boquiabierto. ¿Cómo es posible que semejantes, llamémoslos “engendros” para no resultar demasiado ofensivo, se hayan convertido en la base “de la que nace toda la biología moderna”? Es más, en la explicación de la vida, de la realidad, de las relaciones entre los seres vivos, Hombre incluido. El libro emblemático de Darwin, “*Sobre el origen de las especies por medio de la selección natural o el mantenimiento de las razas favorecidas en la lucha por la existencia*” muy especialmente la primera edición, cuyo éxito fue resonante, pero también las otras seis que fue modificando “asesorado” por Hooker, Lyell y, sobre todo, Huxley era (sigue siendo, a pesar de las “correcciones”) un texto confuso de un aficionado, lleno de argumentaciones que podíamos calificar como “espesas”, basado en la cría de animales domésticos, especialmente de palomas, repleto de especulaciones mezcla de ideas lamarckistas, “neutralistas”, populares, y de fenómenos absurdos “que le habían contado” y con graves carencias científicas con respecto a lo que ya se sabía en aquellos tiempos sobre la evolución. Sólo con leer su resumen final sobre el batiburrillo de sus ideas se puede comprobar lo enormemente confusas que eran.

El intento de explicación sobre la, difícilmente comprensible, implantación del darwinismo que yo asumía en este libro era la mantenida por ilustres pensadores sobre la acogida favorable por parte de las elites sociales de la aplicación de las hipócritas ideas de Malthus y Spencer, a los que Darwin cita en su libro como sus inspiradores, a la Naturaleza. Pero por los datos históricos que he podido conocer recientemente, es posible que su idea (su “ocurrencia”) de que en la Naturaleza existe algo semejante a lo que hacen los ganaderos llamado selección “natural” basado en cambios “al azar” tenga un peso aún mayor en esta implantación.

Veamos a qué datos históricos me refiero: En los textos “oficiales” sobre las circunstancias que rodearon “la gran revolución” del darwinismo, figura Sir Thomas Henry Huxley como “el bulldog de Darwin”. La idea que yo había obtenido de los textos “oficiales” sobre su participación en la epopeya de “La teoría de la evolución” era la de una especie de científico “free lance” devoto de Darwin que le defendió en el manido debate con el obispo Wilberforce, en el que el desconcertado Darwin no participó y que, al parecer no fue tan épico como nos han contado. Los datos que he obtenido, procedentes de la Enciclopedia Británica son los siguientes: Bajo el título *El poder y “el Papa” Huxley*, nos cuenta que Huxley era “*un científico líder en su época y un activista político, cualidades que le aportaron las palancas necesarias para ayudar a construir un orden social en el que la ciencia y el profesionalismo reemplazasen a los clásicos y el mecenazgo*”. Fundó, junto con Sir Joseph Dalton Hooker (otro poderoso protector de Darwin), el X-Club, en el que también figuraban Herbert Spencer, John Tindall y otros que, durante una década, controlaron la Royal Society. Huxley fue presidente de la Geological Society, la Ethnological Society, la British Association for the Advancement of Science, la Marine Biological Association y la Royal Society. “*Con plazas en 10 Comisiones Reales, deliberando sobre todo, desde las pesquerías a las enfermedades o la vivisección, penetró claramente en los laberínticos corredores del poder*”. También, junto con Hooker, fundó la revista Nature. El X-Club fue fundado con el objetivo de “*promover el darwinismo y el liberalismo científico*” y “*fue acusado de ejercer demasiada influencia sobre el ambiente científico de Londres*” es decir, del Imperio.

Creo que esto nos puede dar una pista de cómo se impuso el darwinismo y se silenciaron las voces de científicos (verdaderos científicos) discrepantes, como St. George

Mivart, un zoólogo evolucionista que derribó con argumentos que se pueden seguir sosteniendo en la actualidad, la idea de la selección “natural”. Naturalmente, a Darwin, al que sus apologistas presentan como “un incomprendido en su tierra”, le hicieron miembro de las más importantes sociedades científicas y a su muerte fue objeto de un funeral de estado en la abadía de Westminster, un honor que durante todo el siglo XIX tuvieron sólo cinco personas no pertenecientes a la realeza.

No pretendo haber dado con la explicación total del afianzamiento de una “teoría” de semejante valor científico, porque, además, las condiciones sociales, culturales e históricas eran las adecuadas para su recepción, pero creo que en Huxley está la clave o, al menos, una parte fundamental de ella, que sigue manteniendo su peso en la actualidad. El “orden social en el que la ciencia y el profesionalismo reemplazasen a los clásicos y el mecenazgo” que el poderoso Huxley “ayudó a construir” fue el resultado de la revolución de la nueva burguesía inglesa surgida de la Revolución industrial. En la segunda mitad del siglo XIX las clases medias de Gran Bretaña adquirieron un poder creciente que fue desplazando a la nobleza y a los terratenientes tradicionales. Este nuevo poder luchaba por una reforma en la administración y por una educación laica que, entre otras cosas, liberase a la ciencia (y a ellos mismos) de la tutela de la iglesia establecida, justificadora del orden social tradicional. El darwinismo de Huxley fue la base ideológica de esta “revolución” de la burguesía, que justificaba su acceso al poder mediante “la lucha por la vida” y “la supervivencia del más apto” (conceptos que, como es sabido, John Rockefeller y otros magnates norteamericanos “hechos a sí mismos” abrazaron con entusiasmo). El azar y la selección “natural” era la forma de rebatir “la intervención divina” en la explicación del mundo. De liberarse de la tutela del poder eclesiástico. El resultado es que convirtieron a “la Ciencia” en la nueva religión. Y al darwinismo en la explicación “total” de la vida. De la realidad. En 1863 Huxley escribe en el Times: “*The publication of The origin of Species marks the Hegira of Science from the idolatries of special creation to the purer faith of Evolution.*”

Y quizás esta concepción “religiosa” de la ciencia esté en el origen del encendido debate que, desde el punto de vista científico es absolutamente incomprensible, entre los darwinistas y los creacionistas. Desde luego, tiene mucho de debate artificial, porque es utilizado por los darwinistas para atribuirse el papel de defensores de “la ciencia” frente al oscurantismo de la religión, (que es lo que en la iconografía darwinista representa el debate entre Huxley y el obispo Wilberforce) y para arrojar dudas sobre los no “creyentes” en Darwin, pero también puede tener un componente de debate “religioso” de raíz anglosajona que en nuestro país, al igual que la concepción darwinista-calvinista de la vida, de las relaciones entre los seres vivos, incluido el Hombre es, simplemente, otra “importación” cultural.

Desde luego, Sir Thomas Henry Huxley tenía mucho poder. Y es necesario mucho poder y mucha capacidad de control de las instituciones científicas para conseguir elevar a un hombre con una mente tan “sencilla” a la categoría de “genio” que nos trajo “la verdad” (porque todas las religiones necesitan de un “profeta”). Pero el sencillo, el desconcertado Darwin no parecía acabárselo de creer a juzgar por cómo finaliza sus reveladoras memorias: “*Con unas facultades tan ordinarias como las que poseo, es verdaderamente sorprendente que haya influenciado en grado considerable las creencias de los científicos respecto a algunos puntos importantes*”. Aquí, reclamo la atención del lector para que repare en la frase “algunos puntos importantes”, porque el darwinismo de los darwinistas no era el de Darwin, sino una “selección” (y, por tanto, artificial) de las confusas ideas, ya mencionadas, de Darwin que les resultaban más convenientes, es decir, “el azar” y la selección “natural”, con todo lo que ésta implica. Es más, al final de su vida, dio otra muestra de su gran confusión: sin abandonar el concepto de selección “natural” propuso la **Pangénesis**, una idea confusamente lamarckiana, según la cual, cada órgano



segregaba unas “gémulas” por las que se transmitía a los descendientes los caracteres adquiridos por los progenitores por la influencia del ambiente (lo cual hacía innecesaria la selección “natural” como mecanismo adaptativo). Cabe suponer que pensó que le concederían tanta autoridad como cuando propuso la selección “natural”, pero su primo Sir Francis Galton le disuadió de la idea, incluso publicó un artículo atacándola. Se puede comprender perfectamente por qué, teniendo en cuenta que Galton fue el fundador oficial de la eugenesia.

Aunque no es así como nos lo cuentan en las “hagiografías” sobre Darwin, si relacionamos los datos históricos con su propia narración de los hechos, parece claro que el pobre, el desconcertado Darwin, fue tomado bajo la “tutela” de unos cuantos hombres poderosos (Hooker, Lyell, Galton, pero sobre todo Huxley) que tenían las ideas muy claras sobre lo que significaba la “explicación” de la vida y la justificación de las terribles condiciones sociales y coloniales de la época, y que fueron “asesorando” a Darwin en la elaboración de su “gran obra” y a lo largo de las sucesivas correcciones y ampliaciones de las otras siete ediciones sucesivas y le fueron “explicando” cuales de sus ideas eran las adecuadas. En su autobiografía, el dócil Darwin comenta: *“No tengo la gran presteza de aprehensión o ingenio, tan notable en algunos hombres inteligentes, por ejemplo Huxley”*. Efectivamente, el inteligente Huxley fue el que le sugirió que introdujese el término **evolución** en la sexta edición de su libro. Al parecer, Darwin no sabía que era de eso de lo que pretendía hablar en *“Sobre el origen de las especies por medio de la selección natural o el mantenimiento de las razas favorecidas en la lucha por la existencia”*.

Pero no se puede eximir al “pobre Darwin” de toda la responsabilidad sobre la repercusión de sus ideas. En su segunda “gran obra” en la que al decir de nuestros más prestigiosos historiadores de la Ciencia “situó al Hombre en su lugar en la Naturaleza” y que nos han transmitido como “El origen del Hombre”, pero que también tenía otro título tan significativo como *“El ascenso del Hombre y la selección en relación al sexo”*, Darwin nos transmite muy claramente cual es el significado real que para él tenía el concepto de selección “natural”. Cual era el “estado evolutivo” de los “pueblos salvajes”, de “el negro”, incluso de la mujer, como veremos más adelante. Cómo era el “ascenso” gradual que llevaba a la cumbre de la Humanidad en la que, lógicamente, estaban situados los hombres de su casta social “de los que dependía todo progreso”. Pero sus ideas no sólo comprendían una justificación de la situación. También proponía “soluciones” a los problemas que planteaban los individuos “inferiores”; la eliminación de los “inadecuados”: *“A realizar el plan opuesto, e impedir en lo posible la eliminación, se encaminan todos los esfuerzos de las naciones civilizadas; a eso tienden la construcción de asilos para los imbéciles, heridos y enfermos, las leyes sobre la mendicidad y los desvelos y trabajos que nuestros facultativos afrontan para prolongar la vida hasta el último momento. Aquí debemos consignar que la vacuna ha debido preservar también a millares de personas. De esta suerte, los miembros débiles de las naciones civilizadas van propagando su naturaleza, con grave detrimento de la especie humana, como fácilmente comprenderán los que se dedican a la cría de animales domésticos. Es incalculable la prontitud con que las razas domésticas degeneran cuando no se las cuida o se las cuida mal; y a excepción hecha por el hombre, ninguno es tan ignorante que permita sacar crías a sus peores animales”*. . Porque, según su “base teórica”, es decir la selección de los ganaderos *“la transmisión libre de las perversas cualidades de de los malhechores se impide ejecutándolos o reduciéndolos a la cárcel por mucho tiempo”* ya que *“en la cría de animales domésticos es elemento muy importante de buenos resultados la eliminación de aquellos individuos que, aunque sea en corto número, presenten cualidades inferiores”*. Es comprensible que las autoridades darwinistas no hagan mucho hincapié en que se lea directamente a Darwin. Ya se encargan ellos de transmitirnos el

“verdadero mensaje” lleno de amor al Hombre y a la Naturaleza que se ocultaba en sus, al parecer, cabalísticos textos. En cualquier caso, sobre “El origen del hombre” suelen hablar de pasada, pero lo cierto es que es un libro que tuvo una gran influencia y terribles consecuencias sociales e históricas en la primera mitad del siglo XX, pero que parece que aún no han terminado. En el libro de Darwin, repleto de argumentos sobre las razas inferiores, los obreros y los “degenerados y, con frecuencia, viciosos” en una gama que abarca (y lamento parecer excesivo, pero es la impresión que me producen) desde repugnantes hasta ridículos, cita como autoridades a personajes cuyas ideas mostraban un profundo desprecio por los marginados y “las razas inferiores”, por ejemplo los irlandeses, pero principalmente, a su primo Sir Francis Galton, primer presidente de la Sociedad eugenésica.

Y este ha resultado ser otro hilo conductor más entre la trama que sostiene el darwinismo en la actualidad. La eugenesia, la repugnante ideología que propugna el impedimento de la reproducción de las personas “inadecuadas”, con “genes malos”, no quedó limitada a los victorianos acomodados que se consideraban la representación de “la culminación de la evolución”. Al eugenismo de los Huxley, los Galton, los Darwin, cuyos descendientes ocuparon cargos prominentes en las sociedades eugenésicas (Leonard Darwin sucedió a Galton en la dirección de la Sociedad Eugenésica y fue el que introdujo la eugenesia “negativa”, es decir, la prohibición de reproducirse a los débiles e “imperfectos” física o mentalmente), le siguió la extensión de estas ideas en el ámbito científico, como consecuencia de la “evidencia” de la necesidad de “mejorar” a la Humanidad según las ideas de Darwin. De hecho, todos los matemáticos y genetistas implicados en la “creación” de la genética de poblaciones con el objetivo de “demostrar matemáticamente” cómo la selección natural podía “fijar” variaciones “imperceptibles”, eran eugenistas, porque las ideas de cambio (“ascenso”) gradual y, sobre todo la selección “natural” son las bases fundamentales de esa ideología.

No voy a repetir aquí las terribles consecuencias que las aplicaciones de estas ideas tuvieron para millones de pobres gentes porque se podrán ver más adelante, pero sí quisiera añadir algunas de las documentaciones que no había conseguido para los textos que componen este libro y a las que he tenido acceso recientemente. Las ideas eugenésicas no han desaparecido. Las sociedades eugenésicas norteamericanas han cambiado de nombre en la actualidad (The Society for the Study of Social Biology, por ejemplo) aunque en Gran Bretaña mantienen denominaciones más elocuentes, como el Galton Institute, y se mantienen en prestigiosas universidades. Pero la conexión más reveladora es la que surge a partir de la entrada de los grandes magnates mundiales en el campo de la genética molecular, la “biotecnología” y los “estudios sociales”, con nombres como Rockefeller, Rostchild, Carnegie... y su apoyo a actividades claramente encaminadas a prácticas eugenésicas en las que han contado con el apoyo de prestigiosas instituciones oficiales, el respaldo “científico” de famosos comunicadores sobre “la naturaleza” y la complicidad de los grandes magnates de la información. El reducido número de personas que están detrás de la industria farmacéutica, de la biotecnológica, de los transgénicos... y de la información, tienen mucho dinero y, por tanto, mucho poder. No quiero profundizar aquí en este tema porque podría ser acusado de “conspiranoico”, un término acuñado por los “creadores de opinión” (estos mismos magnates han creado centros para “crear opinión” mediante la difusión de tópicos), para los que denuncian estas maquinaciones. Prefiero que el lector investigue por su cuenta, por ejemplo sobre el Tavistock Institute. Pero sí quiero decir que mi búsqueda de información sobre estos temas me ha llevado a comprobar que el Mundo está en manos de verdaderos paranoicos (por cierto, como es lógico, fervientes creyentes en la selección “natural”), que han adquirido tanto poder que se sienten autorizados para decidir el destino de la Humanidad,

y quienes o cuantos les sobran. No es una “teoría conspirativa”. Lo han comentado públicamente y se les puede ver en los medios de comunicación durante reuniones en las que comparten sus preocupaciones “filantrópicas” por el aumento de la población mundial.

Sí, fue necesario mucho poder para implantar el darwinismo y es necesario mucho poder para mantenerlo. Y lo hay, porque es necesario mucho poder y mucha capacidad de control de la información, (los países “avanzados” somos las sociedades más condicionadas, más manipuladas mentalmente de la historia), y de control de la Ciencia para mantener esta situación científicamente irracional. Para imponer una concepción de la Naturaleza, de la vida, tan terrible para los ciudadanos de a pie, pero tan útil para los poderosos. Comprendo perfectamente a mis colegas que me acusan de “mezclar Ciencia con ideología”, porque “la Ciencia” debería de ser una búsqueda del conocimiento liberada de prejuicios. Pero yo les sugeriría que reflexionasen sobre qué están realmente diciendo cuando hablan de genes “egoístas”, de competencia celular, de coste-beneficio, de ventajas adaptativas o de éxito evolutivo... de selección “natural”. Que piensen si esas son “descripciones objetivas despojadas de ideología”. Que los científicos más premiados reflexionen sobre qué es lo que están comunicando a la sociedad cuando afirman que “la competencia está en la naturaleza humana” y los que triunfan son “los mejores”, que el comportamiento humano está “en los genes” o que “cambiar genes es algo trivial”.

La imposición de la interpretación “patológica” de una Naturaleza, de una vida regida por el egoísmo y la competencia y en la que el “éxito” es para “los más aptos” ha llevado a que las sociedades se hayan convertido en un inhóspito campo de batalla en el que el individualismo, la competencia, y la soledad son las que rigen las relaciones humanas, y a convertir a la Naturaleza, un ente inerte en el que sus componentes son, simplemente, “recursos naturales” y en la que todos son “competidores”, en un ecosistema en creciente degradación, cuyo desequilibrio pronto conducirá a que la vida de los seres humanos se convierta en una verdadera “lucha por la supervivencia” si no reaccionamos a tiempo.

No se puede dominar, controlar a la Naturaleza. Es infinitamente más poderosa que los hombres y tiene sus propias “reglas”. Las interpretaciones derivadas de la concepción reduccionista (simplista), competitiva, regida por “el azar”, y las actuaciones derivadas de ellas, es decir, la lucha contra las bacterias y los virus, las manipulaciones de procesos no bien comprendidos y menos controlados se pueden convertir (de hecho, ya se han convertido) en un peligro a añadir a los derivados del cruel sistema económico (que comparte sus raíces, incluso el vocabulario, con la concepción darwinista de la realidad) que ha dejado a la Humanidad en manos de personas insaciables y sin escrúpulos.

Esto que voy a decir puede resultar poco estimulante para los lectores que hayan tenido la paciencia de llegar hasta el final de este prólogo pero, si he de ser sincero, no tengo la menor esperanza en que este aberrante estado de cosas cambie. El asfixiante poder de manipulación, de control de la información que se ha puesto especialmente de manifiesto durante este “año de Darwin” con las narraciones repletas de omisiones, medias verdades y mentiras completas, con la colaboración de “estómagos agradecidos” e incluso de sus propias víctimas convencidas de estar defendiendo a “la ciencia” de los ataques del oscurantismo creacionista, no va permitir una reflexión sosegada sobre lo que significan los nuevos conocimientos sobre la Naturaleza. Unos conocimientos reales que, a pesar de que han sido arrollados por las grandes perspectivas de las aplicaciones de las manipulaciones genéticas para “el desarrollo” y “la competitividad” anunciadas por los grandes medios de comunicación, nos muestran una Naturaleza de increíble belleza y complejidad, de integración, de comunicación entre los organismos y el ambiente, en la que todos sus componentes son necesarios para su funcionamiento equilibrado. En la que todos, especialmente las astronómicas cifras de bacterias y virus en que vivimos inmersos, en nuestro interior y en nuestro exterior, en los mares y en los suelos están conectados en

una compleja “red de la vida” que comunica el mundo orgánico con el inorgánico y que convierte a la Naturaleza en algo vivo. Con ganas de vivir. Pero nos la están matando.

No. No parece que los que gobiernan el Mundo vayan a permitir que el Hombre se reconcilie con la Naturaleza. Que recupere la antigua sabiduría. Hemos tenido mala suerte.

Pero hubiera sido bonito...

Alcalá de Henares, 18 de Agosto de 2009

# VIRUS Y LOCURA (CIENTÍFICA)

Máximo Sandín

Un nuevo “avance científico” ha sido anunciado por los medios de comunicación; un nuevo uso para los fármacos antivirales: El tratamiento “contra la esquizofrenia”. Según la revista **Schizophrenia Research** (1): *“la exposición al virus común que causa el herpes labial puede ser parcialmente responsable de la disminución de las regiones del cerebro y la pérdida de capacidad de concentración, memoria, coordinación de movimientos y destreza ampliamente observado en los pacientes con esquizofrenia”*. La oportuna aparición de un virus en un órgano, al parecer, deteriorado, abre un nuevo camino para la industria farmacéutica: *Estos hallazgos podrían derivar en nuevas formas de tratamiento o de prevención del deterioro cognitivo “que normalmente acompaña a la enfermedad, incluida la terapia con fármacos antivirales”, explican los autores.*

Como continuación de la desastrosa e indiscriminada lucha contra las bacterias, que ha conducido a una imparable expansión de la resistencia bacteriana a los antibióticos, se ha desatado la lucha contra los virus. Parece que el fármaco estrella de los laboratorios farmacéuticos para el Siglo XXI serán los antivirales. Y tienen un enorme campo de aplicación. Como todos sabemos, cualquier enfermedad de confuso diagnóstico ha sido producida por “un virus”. Por tanto, “hay que combatirlos”. Por ejemplo, el famoso antirretroviral *Tamiflu* es un *inhibidor de la enzima neuramidasa*, uno de los dos “antígenos de superficie” (el otro es la *hemaglutinina*) que porta el virus de la gripe en su cápsida. En niños tratados con *Tamiflu* se han producido problemas neurológicos, a veces muy graves (en Japón se han producido suicidios relacionados con este problema) (2). La neuramidasa es una enzima **implicada en el desarrollo y mantenimiento de la vaina de mielina** de las neuronas en mamíferos (3) por lo que el efecto inhibidor es inmediato en niños (en adultos, habrá que esperar...).

En el genoma humano se han identificado entre 90.0000 y 300.0000 secuencias derivadas de virus, fundamentalmente de *retrovirus* (4), pero también existen *virus ADN*. Concretamente, el genoma del **Herpesvirus 6A** está integrado en los telómeros de los cromosomas humanos (5). La variabilidad de las cifras es debida a que depende de que se tengan en consideración virus completos o secuencias parciales derivadas de virus. Estas secuencias son “*componentes permanentes del transcriptoma humano*”(6), es decir, son partes constituyentes de nuestro genoma y se expresan en todos los tejidos (6). Incluso las secuencias virales que codifican para la cápsida se han mostrado activas en procesos biológicos fundamentales (3, 7, 8).

Especialmente abundante y relevante es la actividad de las secuencias de origen retroviral en el proceso de desarrollo embrionario (9), es decir en la formación de nuestros tejidos y órganos. La inferencia coherente de estos fenómenos sería la siguiente: Si los tumores sólidos son un desencadenamiento de un proceso embrionario (10, 11) producido por algún tipo de “agresión ambiental”, la asociación de virus con el cáncer no sería de causa, sino de consecuencia. Los tumores **emiten** partículas virales (12). Y la asociación de virus con tejidos dañados o enfermos tendría la misma causa. Se han “diagnosticado” asociaciones verdaderamente absurdas de virus con enfermedades de un evidente origen ambiental, degenerativo o autoinmune, como el *síndrome de fatiga crónica*, *artritis*, *Alzheimer*, tumor de próstata... Incluso, se ha descrito, sin comprenderla, la activación de un virus endógeno como consecuencia de un tratamiento con un fármaco, el *Natalizumab* contra la esclerosis múltiple, que “despertaba un virus dormido en los riñones” cuya “malignización” desencadenaba una *Leucoencefalopatía Multifocal Progresiva*.

La guerra contra los virus desatada, fundamentalmente, por las empresas que financian de un modo creciente la investigación biológica “aplicada” (es decir, con fines comerciales) se ha convertido en un sinsentido totalmente a espaldas de los conocimientos derivados de la investigación “básica”, es decir, la verdadera investigación científica. La elaboración de vacunas (otro gran negocio para estas empresas) cultivando virus en embriones de pollo (13) o, las más “modernas”, que utilizan líneas celulares para el cultivo (13), son verdaderas fábricas de *virus híbridos* (por no hablar de las vacunas “transgénicas”) cuyos potenciales peligros pueden ser de una extremada gravedad (14, 15, 16). Y la tendencia demencial del uso de “antivirales” para todo tipo de enfermedades a las que se diagnostica de una forma espuria un origen viral es un nuevo ataque a componentes fundamentales del organismo, de la vida. Cada día son más abundantes los datos científicos que nos muestran que vivimos literalmente inmersos en una inconcebible cantidad de bacterias y virus (17, 18) que cumplen funciones esenciales en todos los ecosistemas (19, 20) y que han cumplido papeles fundamentales en los procesos de la evolución de la vida (21, 22), y que su aspecto “patógeno” es el resultado de alguna desestabilización de sus funciones naturales. Es una guerra suicida contra la Naturaleza. Una guerra contra nosotros mismos.

La verdadera “patología mental” es la del pensamiento que domina en la concepción de la Naturaleza. Una concepción que han incrustado en el cerebro de los científicos y que ve a la Naturaleza como un campo de batalla en el que todos sus componentes son “competidores”. Pero no nos preocupemos, las grandes multinacionales farmacéuticas nos van a defender de “nuestros peores competidores”. Tras la derrota en la lucha contra las bacterias ha comenzado la lucha contra los virus. La madre de todas las batallas. ¿Tal vez la lucha final?

## REFERENCIAS

- 1.- David J. Schretlen, Tracy D. Vannorsdall, Jessica M. Winicki, Yaser Mushtaq, Takatoshi Hikida, Akira Sawa, Robert H. Yolken, Faith B. Dickerson and Nicola G. Cascella. (2010) Neuroanatomic and cognitive abnormalities related to herpes simplex virus type 1 in schizophrenia. *Schizophrenia Research* Volume **118**, Issues 1-3, May 2010, Pages 224-231.
- 2.- Agencia EFE (30/7/2009). Alta tasa de efectos secundarios en niños que recibieron Tamiflu contra la gripe A.
- 3.- Megumi Saito, [Carmen Sato-Bigbee](#) and [Robert K. Yu](#). (2008). Neuraminidase Activities in Oligodendroglial Cells of the Rat Brain. *Journal of Neurochemistry* Volume **58** Issue 1, Pages 78 – 82.
- 4.- **Lower, R., J. Lower, and R. Kurth.** (1996). The viruses in all of us: characteristics and biological significance of human endogenous retrovirus sequences. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **93**:5177-5184.
- 5.- Arbucklea, J. H. Et al., (2010). The latent human herpesvirus-6A genome specifically integrates in telomeres of human chromosomes invivo and in vitro. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0913586107](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0913586107).
- 6.- Seifarth, W. et al., (2005). Comprehensive Analysis of Human Endogenous Retrovirus Transcriptional Activity in Human Tissues with a Retrovirus-Specific Microarray. *J Virol.* 2005; **79**(1): 341–352.
- 7.- Bouton, O., et al. (2004). The endogenous retroviral locus ERVWE1 is a bona fide gene involved in hominoid placental physiology. *PNAS* | vol. **101** | no. 6 | 1731-1736.
- 8.- [Gabus C.](#) et al., (2001). The prion protein has DNA strand transfer properties similar to retroviral nucleocapsid protein. *J Mol Biol.* **6**;307(4):1011-1021.
- 9.- Andersson, A.- C., et al. (2002). Developmental Expression of HERV-R (ERV3) and HERV-K in Human Tissue. *Virology* Volume **297**, Issue 2, Pages 220-225
- 10.- Kho, A. T. et al., (2004). Conserved mechanisms across development and tumorigenesis revealed by a mouse development perspective of human cancers. *Genes Dev.*; **18**(6): 629–640.
- 11.- Schuller U., Kho A. Zhao Q., Qiufu Ma., Rowitch DH. (2006) Cerebellar ‘transcriptome’ reveals cell-type and stage-specific expression during postnatal development and

tumorigenesis. *Molecular and Cellular Neuroscience*. Volume 33, Issue 3, 6, Pages 247-259

12.- Seifarth, W. et al., (1995). Retrovirus-like particles released from the human breast cancer cell line T47-D display type B- and C-related endogenous retroviral sequences. *J. Virol.*, Vol 69, No. 10, 6408-6416.

13.- INTERNATIONAL FEDERATION OF PHARMACEUTICAL AND MANUFACTURERS & ASSOCIATIONS <http://www.ifpma.org/influenza/index.aspx?47>

14.- Khan A. S. et al., (2009). Proposed algorithm to investigate latent and occult viruses in vaccine cell substrates by chemical induction. *Biologicals*. 2009 Mar 17. [Epub ahead of print].

15.- ISIS Report 07/10/09 Flu Vaccines and the Risk of Cancer <http://www.i-sis.org.uk/fluVaccinesCancerRisks.php>

16.- Hussain, A. I. (2003). Identification and Characterization of Avian Retroviruses in Chicken Embryo-Derived Yellow Fever Vaccines: Investigation of Transmission to Vaccine Recipients. *J Virol*. 2003, 77(2): 1105–1111.

17.- Grice, E. A. et al., (2009). Topographical and Temporal Diversity of the Human Skin Microbiome. *Science* 29, Vol. 324. no. 5931, pp. 1190 - 1192

18.- Williamson, K.E., et al., (2003). Sampling Natural Viral Communities from Soil for Culture-Independent Analyses. *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 69, No. 11, p. 6628-6633

19.- Gewin, V. 2006. Genomics: Discovery in the dirt. *Nature* .Published online: 25 January 2006; | doi:10.1038/439384a

20.- Suttle, C. A. (2005). Viruses in the sea. *Nature* 437, 356-361.

21.- Gupta, R. S. 2000. The natural evolutionary relationships among prokaryotes. *Crit. Rev. Microbiol.* 26: 111-131.

22.- Villarreal, L. P. (2004). *Viruses and the Evolution of Life*. ASM Press, Washington.



## **EN BUSCA DE LA BIOLOGÍA**

### **Reflexiones sobre la evolución**

**ASCLEPIO, LXI-2 (2009)**

*Máximo Sandín.*

#### RESUMEN

Después de 150 años de concebir y tratar a la Naturaleza en términos de competencia, coste-beneficio, explotación de recursos, estrategias..., hemos conseguido que ésta entre en “recesión”. Este alejamiento de la realidad, de los fenómenos naturales, ha puesto en grave peligro el futuro de la Humanidad sobre nuestro planeta y hace necesaria, incluso urgente, la búsqueda de una concepción de la Biología basada en conceptos y vocabulario científicos que nos vuelva a conectar con la Naturaleza antes de que sea demasiado tarde.

**PALABRAS CLAVE:** Gen, Mercado, información genética, sistemas.

#### **SEARCHING FOR BIOLOGY**

##### **Reflections on evolution**

#### ABSTRACT

After 150 years conceiving and dealing with Nature in terms of competence, costs-benefits, exploitation of resources, strategies..., we have achieved that it enter into a “recession”. This estrangement from reality, from natural phenomena, has seriously jeopardized the future of mankind on our planet and makes it necessary, even urgent, the search for a conception of biology based on scientific concepts and vocabulary that re-connects us with Nature before it is too late.

**KEY WORDS:** Gene, Market, genetic information, systems.

*La naturaleza debe ser obligada a servir, reducida  
a la obediencia y esclavizada...para extraer, bajo  
tortura, todos sus secretos.*

Francis Bacon (1561 – 1626)

### **En guerra contra la Naturaleza**

Si intentamos encontrar una palabra que describa la relación de las sociedades autodenominadas “avanzadas” con la Naturaleza, esta sería *miedo*. Y el miedo engendra agresividad. No se trata de una figura retórica. Nuestra sociedad vive entre el miedo y la prepotencia, unas actitudes en las que (hay que decirlo) ha habido una gran contribución por parte de los biólogos. Hay temor a los terribles virus: al virus del SIDA, al Ébola, al virus del Nilo y al de la gripe aviar, que surgen de las zonas más pobres de la Tierra para poner en peligro las vidas de los ciudadanos de los países desarrollados. Temor a las bacterias, que se esconden en los aparatos de aire acondicionado, en los hospitales, en alimentos y que se han hecho resistentes a nuestra arma más eficaz para luchar contra ellas, los antibióticos... Se diría que vivimos en una permanente campaña contra la Naturaleza dirigida hoy por biólogos que informan a la población de los ataques que recibimos y de las estrategias para luchar contra ella. En los medios de comunicación, los expertos nos hablan de los esfuerzos para luchar contra los distintos y abundantes “enemigos” que nos acechan, desde microscópicos hasta los, más visibles, mosquitos “asesinos” (una calificación abundantemente repartida por todo el “árbol filogenético”, como bien se empeñan en difundir a la población desde los documentales sobre la vida “salvaje”). La crueldad de la Naturaleza impone un permanente estado de guerra. Contra la enfermedad, hasta contra la vejez. Pero los expertos nos informan de que antes o después conseguiremos derrotarla, dominarla, hasta el extremo de poder vivir al margen de sus leyes. Se conseguirá, “cambiando nuestros genes”, o “limpiando los genomas de basura”, alargar la vida (para algunos hasta la inmortalidad), “dirigir la evolución”, crear “gente más inteligente y productiva”, regenerar órganos o miembros, crear seres biónicos...unos objetivos que tienen mucho de fantasías infantiles (con poca reflexión sobre sus consecuencias, en el caso de que lo consiguieran) que parecen pretender reproducir las creaciones de los autores de los “superhéroes” de los *comics*.

Pero cuando, en las revistas científicas, se publican estos planteamientos como prioridades en la investigación científica junto con resultados de investigaciones que ponen de manifiesto la enorme complejidad de la información genética y la imposibilidad de controlar realmente los procesos que pretenden manipular, se viene a la mente la angustiada imagen del aprendiz de brujo. Porque aunque, afortunadamente, el futuro que proponen, un futuro *Blade Runner*, no es ni técnicamente posible ni ecológicamente viable, los riesgos para la Humanidad que se pueden producir por estos intentos son imprevisibles pero, a la vista de accidentes que ya se han producido, quizás no sea exagerado decir que sus consecuencias pueden ser de proporciones incalculables.

## La gran confusión

Quizás sea conveniente apoyar con datos estos argumentos que pueden parecer excesivamente alarmistas, incluso “melodramáticos”. Para ello, lo más clarificador puede ser recurrir a las revistas científicas generalistas, que tienen la ventaja sobre las revistas especializadas (habitualmente muy repetitivas y limitadas en los enfoques y en las interpretaciones) de abarcar distintos campos de las ciencias y ofrecer distintas perspectivas de cada una, lo que nos permite comparar el estado de los conocimientos alcanzados en las distintas ramas de la Biología.

El resultado de esta observación nos lleva a la alarmante sensación de que la Biología se encuentra en un estado de inconsistencia, se podría decir más, de absoluta ausencia de base teórica. Una situación que puede resultar peligrosa si tenemos en cuenta los procesos naturales que se manipulan para conseguir los objetivos antes mencionados. Porque la ausencia de un modelo teórico que proporcione sentido a estas manipulaciones viene siendo denunciada desde hace tiempo, de una forma esporádica y, al parecer, sin la menor repercusión, desde las mismas revistas que mantienen en sus páginas esta confusión. Veamos algunos ejemplos: En 2001, con motivo de los progresos en la secuenciación del genoma humano y en los conocimientos sobre el *proteoma* (conjunto de proteínas que se expresan en la célula) P. Ball escribió en *Nature*: *La Biología carece de un marco teórico para describir este tipo de situación.../...los biólogos van a tener que construir una nueva biología. Desde que en los años sesenta se descifró el código genético, la biología molecular ha sido una ciencia cualitativa, dedicada a investigar y clasificar las moléculas de la célula como los zoólogos victorianos catalogaban las especies. El genoma humano marca la culminación de ese esfuerzo. Ahora se necesitan modelos y teorías que ayuden a lograr que la inmensa fortuna de datos que se han amasado cobre sentido.* Incluso se ha llegado a cuestionar muy seriamente la concepción tradicional de la base teórica de la biología. En un alarde de reflexión sincera producido por el alegre suceso de la paternidad, Hery Gee (2000), uno de los editorialistas de *Nature*, escribió algo sobre lo que merece la pena pensar: *La cuestión del origen de las especies debe tener que ver, fundamentalmente, con la evolución de programas embrionarios /.../ Usted puede buscar a Darwin para una respuesta pero buscará en vano. Darwin estudió leves variaciones en características externas, sugiriendo cómo esas variaciones pueden ser favorecidas por circunstancias externas, y extrapoló el proceso al árbol completo de la vida. Pero, seguramente, hay cuestiones más profundas para preguntarse que por qué las polillas tienen alas más negras o más blancas, o por qué las orquídeas tienen pétalos de esta u otra forma. ¿Por qué las polillas tienen alas y por qué las orquídeas tienen pétalos? ¿Qué creó esas estructuras por primera vez? La victoria del Darwinismo ha sido tan completa que es un shock darse cuenta de cuán vacía es realmente la visión Darwiniana de la vida.* La única repercusión de semejante arrebató fue un largo período de desaparición de sus editoriales seguido de una vuelta a los análisis de los descubrimientos científicos con reflexiones menos conflictivas. Pero no se puede evitar que los científicos que se enfrentan con honestidad a la situación en que se encuentra la base teórica de la Biología se expresen con claridad al respecto: *La Biología hoy, está donde estaba la Física a principios del siglo veinte, observa José Onuchic, codirector del nuevo Centro de Física Biológica Teórica de la Universidad de California, San Diego. “Se enfrenta a una gran cantidad de hechos que necesitan una explicación”* (Knigth, J., 2002).

Efectivamente, esta complejidad de los fenómenos biológicos necesita una explicación. Y para no perdernos en la enorme cantidad de información sobre esta complejidad que han acumulado los distintos campos de la Biología (del desarrollo, ecológico, bioquímico...), puede ser ilustrativa una mirada sobre los precedentes del estudio del control de la información genética, porque se puede

considerar el aspecto fundamental de la base teórica de la Biología.

Los últimos progresos en la comprensión de la actividad de los genomas han derribado toda una concepción sobre la naturaleza de los genes. El mejor resumen de este hecho es el que nos ofrece E. Pennisi (2004) desde la revista *Science*: *Los genes, piedra angular del desarrollo y funcionamiento de los organismos, no pueden explicar por sí solos qué hace a las vacas vacas y maíz al maíz. Los mismos genes se han manifestado en organismos tan diferentes como, digamos, ratón y medusa. Es más, nuevos hallazgos de una variedad de investigadores han puesto en claro que es el exquisito control por el genoma de la actividad de cada gen –y no los genes per se– lo que más importa.* Efectivamente, los resultados del Proyecto Encode (Encyclopedia of DNA Elements) que, mediante la cooperación de 35 grupos de trabajo, el uso de potentes métodos bioinformáticos, y estudiando la actividad de 44 regiones seleccionadas al azar que constituyen el 1% del genoma codificante de proteínas ha obtenido “la mayor resolución obtenida hasta ahora” (Gerstein, M. K., et al., 2007), han puesto de manifiesto que *los genes tienen muchas formas alternativas y un mismo gen puede dar lugar a proteínas distintas dependiendo de cómo se combinen las distintas regiones.* Pero lo más determinante es cómo se controla esa información: *Estas regiones del genoma analizadas están muy interconectadas unas con otras, mientras que la idea que tenían hasta el momento los científicos era que los genes estaban claramente delimitados. En el genoma, todo un conjunto de instrucciones dictan cómo son las características de los seres vivos. Los científicos no sabemos muy bien cómo leer esas instrucciones y qué regiones del genoma son las que realmente codifican esas instrucciones.* Pero sí se conoce, cada día con más certeza, donde están las más importantes. *La mayor parte del genoma tiene actividad (se podría aventurar que la totalidad) es decir, no está “silencioso”, lo que echa por tierra la idea de que una gran parte del ADN sería algo así como “basura”, sin función alguna.*

En efecto, entre toda la inmensa maraña que constituye el control de la información genética, ha surgido con una gran importancia (seguramente la fundamental) la actividad de lo que, gracias a la “aportación” de la llamada “teoría del gen egoísta”, ha permanecido durante muchos años fuera del foco de interés de los genetistas (von Sternberg, 2002) por su consideración de “ADN basura” (más concretamente “chatarra”). La fracción “no codificante” del genoma, que constituye el 98,5% de la totalidad del genoma, está formada por “ADN intergénico”, es decir, intrones, virus endógenos, elementos móviles y una gran variedad de secuencias repetidas en mayor o menor medida entre las que se encuentran, por ejemplo, los “elementos ultraconservados” específicos de vertebrados, las LINE (*long interspersed elements*), las SINE (*short interspersed elements*) entre ellas, las ALU, elementos repetidos específicos de primates. En esta región del genoma se encuentra el sistema de control de la actividad de la fracción codificante, fundamentalmente, mediante los microARN, miles de moléculas de entre 21 y 25 nucleósidos cuyo origen está en las secuencias repetidas los elementos móviles y los virus endógenos (ver Sandín, 2005), pero también mediante la actividad de *enhancers* (“potenciadores”) (Prabhakar et al., 2008) y de intrones, implicados en el *splicing* alternativo (Moran et al., 1995; Haugen et al., 2005) mediante el cual, hasta el 95% de los genes humanos pueden generar distintos transcritos (Pan et al., 2008). Todas estas actividades están condicionadas por el almacenamiento y procesamiento de información por parte del, por el momento, indescifrable *proteoma* (Gavin, A.C. et al, 2002; Ho, Y. et al. 2002), y por el estado del *metaboloma* (Barábasi y Oltvai, 2002), es decir, por las condiciones ambientales. Un ambiente, cuya influencia se muestra cada día más evidente en los fenómenos epigenéticos, cambios fenotípicos heredables (y reversibles) en la expresión génica que se producen sin un cambio en la secuencia del ADN, mediante la metilación del ADN, las modificaciones de cromatina o histonas y “saltos” de elementos móviles (Becker, P. B., 2006; Richards, E. J., 2006; Slotkin, K. y Martienssen, R. 2007).

En definitiva, y como una conclusión adicional que puede resultar simplificada, pero sobre la que tal vez merezca la pena pensar, el concepto de “unidad de información genética” no tiene una existencia real. Según E. Pearson (2006): *Cuanto más progresan nuestros conocimientos en*

*bioquímica, más difícil es comprender qué es –si es que es algo– un gen.* Es decir, si una secuencia génica dañada se relaciona, por ejemplo con una enfermedad, esto no quiere decir que esa secuencia sea la responsable directa de esa enfermedad (y por eso es por lo que cada día se encuentran nuevos “genes del cáncer”), sino parte de todo un complejo “circuito” que relaciona distintos procesos, porque la información genética es el producto de una gran cantidad de interacciones de una extremada complejidad que está condicionada por el conjunto del genoma, al cual se podría considerar realmente como “unidad” de información. Y se puede llegar más lejos: si tenemos en cuenta que esta información está condicionada, a su vez, por el ambiente y este puede ser variable para cada individuo ¿Cuál sería entonces esta “unidad de información genética”? ¿Tal vez el organismo entero?

Pero volviendo al tema que nos ocupa, lo que resulta (o debería resultar) desconcertante para un biólogo es que, en la misma revista y, a veces en el mismo número, se publican investigaciones cuyas bases, argumentos y resultados son absolutamente contradictorios. Por ejemplo, sobre los fenómenos epigenéticos condicionados por el ambiente en las diferencias fenotípicas entre gemelos (Fraga, M. F. et al., 2005) o sobre la enorme complejidad de las redes de información genética (Sauer, U., Heinemann, M. y Zamboni, M. 2007) y sobre “el gen” de la infidelidad (Walum et al., 2008), o del “gen” de los bebedores (Mulligan et al., 2006). Sobre la inabarcable complejidad de las relaciones entre las proteínas celulares y sus actividades en función de sus agrupaciones (Gavin, A.C. et al, 2002; Ho, Y. et al. 2002) y el descubrimiento de una proteína que controla todo un complejo proceso biológico (Ago, H. et al., 2007), sobre *evo-devo* en los que se analizan los cambios evolutivos en relación con cambios en el programa de desarrollo (Hall, 2003) y sobre genética de poblaciones que explica, supuestamente, la evolución como “un cambio en las frecuencias génicas”(Stumpf y Mc Vean, 2003). Sobre el carácter global de la información genética y su subordinación a las condiciones ambientales (Varabasi y Oltvai, 2004)), incluso de la dificultad (o imposibilidad) de definir “qué es un gen” (Gerstein, M. B. et al., 2007) y del descubrimiento de “genes egoístas” (Enserink, M., 2007) o la patente de un virus modificado con “el gen” P53 para ser explotada por una importante empresa farmacéutica (Huo, J. y Xin, H., 2006).

Lo que se observa (con inquietud) es una absoluta discordancia entre los resultados reales, es decir verificables experimentalmente, de la llamada investigación “básica”, o lo que es lo mismo, investigación científica, y los planteamientos necesarios para que sean posibles los objetivos de la llamada investigación “aplicada”, es decir, la enfocada a fines comerciales. Sin embargo, la persistencia en seguir por un camino, cuyo final en un callejón sin salida está marcado de antemano, ha de tener una explicación. Y la única posible es la que nos sugiere la existencia en las revistas citadas de un apartado cuyos encabezamientos habrían resultado absurdos cuando la actividad de los científicos se concebía como una búsqueda del conocimiento: *Negocios* (Science), *Una mirada al Mercado* (Nature).

## **La Biología y el Mercado**

Resulta una obviedad afirmar que, hoy en día, el Mercado (concretamente “el libre mercado”) es el que determina el curso de las relaciones humanas, de la sociedad, en suma, el destino de la Humanidad. Quizás no parezca este el sitio o el contexto adecuado para discutir este modelo económico, Pero si tenemos en cuenta que, según los informes de la ONU, los mercados que más dinero “generan” en el Mundo son, por este orden, el de las armas, el de la droga, el del petróleo y el farmacéutico (U. N., 1999) tal vez encontremos una conexión con el problema que estamos analizando.

En cualquier caso, desde un punto de vista estrictamente científico, cuando se pretende comprender un fenómeno cualquiera, una práctica razonable puede ser ir a las raíces, a su origen, es decir, a intentar entender cómo o porqué se ha producido para comprender la situación actual. En este caso, con el objetivo de intentar valorar las posibles consecuencias de la práctica de este modelo económico sobre las relaciones humanas y sobre las relaciones del Hombre con la Naturaleza. .

Como todos sabemos, el concepto central de este modelo económico, “la mano invisible del mercado”, se debe al escocés Adam Smith, el “padre” de la economía (“La Riqueza de las Naciones”, 1776). La, mil veces repetida frase *No es de la benevolencia del carnicero, cervecero o panadero de donde obtendremos nuestra cena, sino de su preocupación por sus propios intereses / ... / Prefiriendo apoyar la actividad doméstica en vez de la foránea, sólo busca su propia seguridad, y dirigiendo esa actividad de forma que consiga el mayor valor, sólo busca su propia ganancia, y en este como en otros casos está conducido por una mano invisible que promueve un objetivo que no estaba en sus propósitos*, nos da una primera información sobre los destinatarios y los beneficiarios de su modelo económico. Pero quizás esta otra, también procedente de su famoso libro (“El libro”, según los textos de economía) no puede ofrecer una visión más clarificadora y global sobre su concepto de sociedad: *Se ha dicho que el costo del desgaste de un esclavo lo financia su amo, mientras que el costo del desgaste de un trabajador libre va por cuenta de éste mismo. Pero el desgaste del trabajador libre también es financiado por su patrono. El salario pagado a los jornaleros, servidores, etc., de toda clase, debe en efecto ser lo suficientemente elevado para permitir a la casta de los jornaleros y servidores que se reproduzca según la demanda creciente, estacionaria o decreciente de personas de este género que formula la sociedad. Pero aunque el desgaste de un trabajador libre sea igualmente financiado por el patrono, el mismo le cuesta por lo general mucho menos que el de un esclavo.*

No parece necesario explicar qué tipo de personas componen “la sociedad” para Smith y cual es la condición que su modelo reserva para el resto de las personas “*de toda clase*” cuya reproducción debe regularse *según la demanda estacionaria, creciente o decreciente*.

Como biólogo, desconozco de qué modo se ha transmitido y adornado la figura de Smith (venerado en los textos económicos) a los estudiantes o estudiosos de la economía y si la lectura de su libro figura en su formación, porque visto “desde fuera” no resulta precisamente un hombre providencial que trajo la luz y, desde luego, una mirada a la situación del Mundo nos hace pensar que no ha sido una bendición para la Humanidad. Pero como esta apreciación de un profano en la materia puede ser considerada una visión superficial o sesgada, recurriremos a un verdadero experto en economía (pero que, además, tiene la mala costumbre de pensar por sí mismo) para que nos aporte su opinión sobre la verdadera esencia del motor de esta concepción de la economía que *no es el reino de la providencial mano invisible y benefactora sino, al contrario, el de manos bien visibles e interesadas, buscando el máximo beneficio privado a costa de lo que sea* (San Pedro, 2002).

Pero, volviendo al tema que nos ocupa, la Biología, también podemos intentar analizar el problema del que estábamos tratando, es decir, la relación entre la investigación biológica y el Mercado, si nos remontamos al origen de esta conexión.

El equivalente para los biólogos de lo que “La riqueza de las naciones” es para los economistas,

es decir “El Libro”, es, según nos han enseñado, “El origen de las especies” de Charles Darwin (1859), “la obra de la que nace toda la Biología moderna”, como figura en su prólogo de la última edición española (Fernández, 83). El párrafo que define o refleja con mayor claridad el mensaje de dicha obra bien podría ser este: *De aquí, que como se producen más individuos de los que es posible que sobrevivan, tiene que haber forzosamente en todos los casos una lucha por la existencia / ... / Es la doctrina de Malthus aplicada con multiplicada fuerza al conjunto de los reinos animal y vegetal; porque en este caso, no hay aumento artificial de alimento y limitación prudente de matrimonios.* La doctrina a la que se refiere es la que el reverendo R. T. Malthus, como es sabido, discípulo de Adam Smith y uno de los padres de la economía liberal clásica, expone en “Ensayo sobre el principio de la población” (1798), Según C. Leon Harris(1985), *"El razonamiento de Malthus era que el progreso era imposible a menos que exista un abastecimiento ilimitado de alimentos, por lo que las políticas dirigidas a mejorar la situación de los pobres eran equivocadas (...) Los defensores del Laissez faire podría así ignorar a los niños hambrientos con la conciencia tranquila"*

Sólo una actitud de obcecación en negar lo evidente, porque el mismo autor lo confirma, puede llevar a negar la conexión entre la interpretación darwinista de la Naturaleza y las ideas de Adam Smith. De hecho, en la que podemos considerar la versión mas “moderna” del darwinismo, la elaborada por Richard Dawkins (1975), su propuesta de lo que sería el motor de la evolución y de las relaciones entre los seres vivos es, sólo con un ligero cambio de estilo, una transcripción de la de Smith para las relaciones sociales con la simple sustitución de los términos cervecero o panadero por la palabra “gen” y la mano invisible del mercado por la mano invisible de la ciega pero todopoderosa selección natural. Y los términos “competencia por los recursos”, “estrategias”, “coste-beneficio”, “colonización”... son parte constituyente de la terminología y, por tanto, de la interpretación de los fenómenos naturales de la Biología actual.

Esta conexión no es extraña, pues forma parte de toda una concepción de la realidad, de la vida, de la sociedad, con profundas raíces culturales en las que el individualismo, la competencia, la laboriosidad y el “mirar por los propios intereses” son las virtudes más apreciadas (incluso “bendecidas por Dios”). Por eso Darwin concluye en su libro: *Y como la selección natural actúa por y para el bien de cada ser, todos los atributos corpóreos y mentales tenderán a progresar hasta la perfección.* Y por eso también comparte con Smith y Malthus su concepto de sociedad: *Existe en las sociedades civilizadas un obstáculo importante para el incremento numérico de los hombres de cualidades superiores, sobre cuya gravedad insisten Grey y Galton, a saber: que los pobres y holgazanes, degradados también a veces por los vicios se casan de ordinario a edad temprana, mientras que los jóvenes prudentes y económicos, adornados casi siempre de otras virtudes, lo hacen tarde a fin de reunir recursos con que sostenerse y sostener a sus hijos. / ... / Resulta así que los holgazanes, los degradados y, con frecuencia, viciosos tienden a multiplicarse en una proporción más rápida que los pródigos y en general virtuosos. /.../ Mas en estos casos parecen ser igualmente hereditarios la aptitud mental y la conformación corporal. Se asegura que las manos de los menestrales ingleses son ya al nacer mayores que las de la gente elevada.* (Darwin, Ch. R., 1871). En este contexto, no resulta extraño el éxito del libro de Darwin entre “la sociedad”, especialmente teniendo en cuenta que, en el máximo período de expansión colonial británica, la frase *No puede nombrarse un país en el cual todos los habitantes naturales estén ahora tan perfectamente adaptados entre sí y a las condiciones físicas en que viven, que no pudiesen todavía, algunos de ellos, estar mejor adaptados o mejorar; porque en todos los países los naturales han sido conquistados hasta tal punto por los que han tomado carta de naturaleza, que han permitido a los extranjeros tomar firme posesión de la tierra,* que figura en “Sobre el origen de las especies por medio de la selección natural, o el mantenimiento de las razas favorecidas en la lucha por la existencia”, verdadero título de su libro, debió resultar muy reconfortante para los beneficiarios de tal situación.

En definitiva, podríamos sumarizar las estrechas relaciones entre ambas “teorías” y los motivos de su implantación, recurriendo a pensadores muy cualificados que, al parecer, lo han visto con claridad: La obra de Darwin es, en palabras de Bertrand Russell (1935): *una extensión al mundo animal y vegetal de la economía de Laissez faire*. Y para el filósofo de la ciencia R.M. Young (1973) *Lejos de ser un mecanismo en favor del cambio, era una defensa del status quo, tanto en la naturaleza como en las sociedades* ¿Será, pues, este carácter de justificación “científica” de la situación el que está detrás de su condición de “teorías” inamovibles?

### **Cómo se fabrica una teoría muy poderosa**

Quisiera comenzar este apartado con una justificación, que no exculpación, del texto que sigue (y del texto en general): Aunque, según he podido experimentar en carne propia, los análisis históricos sobre las causas del origen del darwinismo no parecen estar muy bien vistos por, al menos, una parte de “la comunidad científica” que los califica de “opiniones subjetivas” motivadas por prejuicios con gran parte de carga ideológica mientras que la Ciencia se basa en datos “objetivos”, el subtítulo de este escrito indica que se trata de reflexiones personales, individuales y, por definición, subjetivas, porque lo que parece claro es que no todo el mundo tiene porqué ver las cosas de la misma forma. Y aquí puede ser conveniente otra pequeña reflexión sobre el carácter objetivo con que el lenguaje “aséptico” utilizado en los textos científicos pretende dotar a las observaciones. Cuando el autor dice “se observa”, por ejemplo *Se observa la competencia entre las células* (Khare y Shaulski, 2006) o *la competencia entre las neuronas* (Han, J. H. et al., 2007), o *se pone en evidencia la actuación de la selección natural* (Byers y Waits, 2006), es él el que está observando y también cabe la posibilidad de que sus observaciones, por muy objetivas que pretendan ser, estén condicionadas por prejuicios, por lo que le han enseñado a ver (y aquí sería necesario otro análisis para dilucidar el posible componente ideológico de estas observaciones “objetivas”). Pero en este caso no creo necesario insistir sobre la inconsistencia del concepto de selección “natural”, por extrapolación a la Naturaleza de las actividades “antinaturales” de los ganaderos, ni de la condición tautológica de su formulación, porque “la existencia de la selección natural” parece ser tan “indiscutible” que, en consecuencia, no se puede discutir.

Una vez asumida esta limitación, puedo decir que, desde mi punto de vista, la formulación de “la teoría de la evolución” de Charles Darwin no resulta un modelo de precisión científica (y menos de brillantez literaria). Los términos *se podría dudar, pudiera ser, no podríamos considerar improbable...* acompañan a cada una de sus propuestas. La abundancia de éstas, basadas en la cría de animales domésticos le hizo sugerir a su editor que *recortara las partes teóricas e hiciera de la obra un libro dedicado enteramente ja la cría de palomas!* (Milner, 1995). Efectivamente, las variadas especulaciones sobre “el origen de las especies” resultaban todo menos clarificadoras: los efectos del uso y el desuso, la tendencia a variar de la misma manera, las variaciones “sin importancia”, la “dilución” de los cambios ventajosos en la población, los cambios en la disposición de los ojos de los peces planos debido a los “esfuerzos” en mirar para arriba, los osos atrapando insectos del agua “como una ballena”... muchas de ellas basadas en informaciones “de segunda mano”, componen un texto confuso y disperso sin una línea argumental clara. No parece aventurado deducir que, muy probablemente, fueron sus “hallazgos” de la aplicación a la Naturaleza de la “lucha por la existencia” y “la supervivencia del más adecuado” los que hicieron que “la sociedad” se abalanzase sobre el libro, del que en una semana se vendió toda la edición de 4.250 ejemplares. Las narraciones épicas sobre las dificultades que encontró el “revolucionario” libro de Darwin entre la conservadora sociedad inglesa (la Iglesia Anglicana le ha pedido disculpas



por la oposición “excesivamente emocional” a su teoría, representada en la historia por el obispo Wilbeorce) no parecen tener una base muy sólida si tenemos en cuenta que fue miembro del consejo rector de la Geological Society, de la Royal Society, y que le nombraron miembro de la Academia de Ciencias Francesa. Que fue enterrado con honores en la abadía de Westminster al lado de la tumba de Newton y que a su funeral asistieron las más importantes personalidades de la época.

Sin embargo, entre los científicos conocedores de la evolución las críticas no fueron, ni mucho menos, favorables (ver Sandín 2002). Porque la evolución era conocida y llevaba cien años siendo estudiada en las universidades europeas (Galera 2002). De hecho, en la época de Darwin *los partidarios de la evolución eran llamados “lamarckianos”* (Harris, 1985). No obstante, al estar confinado su estudio al ámbito académico fue el libro de Darwin el que, probablemente gracias a su éxito social (ha sido calificado como “el primer *best seller* científico) popularizó la idea de la evolución. Este fenómeno es relatado por algunos historiadores darvinistas de esta forma tan pragmática: *una cosa es que los evolucionistas anteriores propusieran la idea, y otra bien distinta que consiguieran convencer a los científicos* (Harris, 1985).

Pero la información más sorprendente sobre la creación de la figura de Darwin como “descubridor de la evolución” (Henleben, 1971) es la que nos transmite Richard Milner, calificado por Gould como “el pura sangre de Darwin” en el prólogo a su “Diccionario de la evolución” (1995), y es que él no parecía tener muy claro que en su famoso libro estaba hablando de evolución (sólo hablaba del origen de las especies). Porque el término *evolución* no aparece hasta la sexta edición de 1869 por sugerencia de Huxley, que sí sabía de lo que se hablaba.

Sin embargo, entre las críticas científicas que recibió, la más lúcida y más claramente formulada, hasta el extremo de que puede ser utilizada para debatir las ideas darvinistas actuales, es la del zoólogo St. George Mivart (que también sabía de lo que hablaba): *Lo que se puede alegar, se puede sintetizar de ésta manera: que la “selección natural” es incapaz de explicar las etapas incipientes de las estructuras útiles; que no armoniza con la coexistencia de estructuras muy similares de diverso origen; que hay fundamentos para pensar que las diferencias específicas se pueden desarrollar súbita y no gradualmente; que la opinión de que las especies tienen límites definidos, aunque muy diferentes para su variabilidad todavía es sostenible; que ciertas formas fósiles de transición todavía están ausentes, cuando cabría esperar que estuviesen presentes/ ... /que hay muchos fenómenos notables de las formas orgánicas sobre los cuales la “selección natural no arroja la menor luz”.* (Mivart, 1871).

Objeciones como esta, basadas en argumentos y conocimientos científicos, hicieron que el darwinismo languideciera en el ámbito académico hasta quedar prácticamente relegado a unos cuantos seguidores fervorosos, como August Weismann, quien publicó, en 1886, su teoría del “germoplasma” (la barrera soma- germen), y cuyas ideas fueron las primeras conocidas bajo la denominación de “neodarwinismo”. A principios del Siglo XX, los genetistas, basándose en sus observaciones sobre la aparición y la transmisión de las características heredables, y que se podían comprobar en los “experimentos” (pero esta es otra historia) de Mendel, habían desechado la idea de la evolución como consecuencia de la acumulación de pequeñas variaciones “imperceptibles”. Así nos lo narra F. J. Ayala en su libro “La teoría de la evolución”(1999): *“De acuerdo con De Vries (y también con otros genéticos de principios del sigloXX, como el inglés William Bateson) hay dos tipos de variaciones en los organismos: un tipo consiste en la variación “ordinaria” observada entre los individuos de una especie: por ejemplo, variación en el color de los ojos o las flores, o variación en el tamaño. Este tipo de variación no tiene consecuencias últimas en la evolución,*

porque, según De Vries, “no puede traspasar los límites de la especie, incluso bajo las condiciones de la más fuerte y continua selección”. El otro tipo consiste en las variaciones que surgen por “mutación genética”; esto es, alteraciones espontáneas de los genes que ocasionan grandes modificaciones de los organismos y que pueden dar origen a nuevas especies: “Una nueva especie se origina de repente, es producida a partir de una especie preexistente sin ninguna preparación visible y sin transición”.

Estas ideas, que Ayala nos narra como una visión errónea, pero que estaban basadas en observaciones científicas reales y que, por tanto, estaban en el buen camino, fueron arrolladas por otras basadas, dentro de la tradición darvinista, en especulaciones y suposiciones sin la menor relación con los fenómenos que se producen en la Naturaleza, es decir, inventadas. Los “biometristas”, darvinistas fervorosos encabezados por el matemático inglés Sir Karl Pearson, acudieron en ayuda de la selección natural actuando sobre variaciones que denominaron “métricas” o “cuantitativas”.

Así nos narra Richard Milner el nacimiento de la base teórica del darwinismo actual: En medio del debate entre genetistas sobre la dilución de las pequeñas mutaciones individuales entre la población, R. C. Punnett, discípulo de Bateson, *expuso el problema a su amigo G. H. Hardy, profesor de matemáticas en la Universidad de Cambridge, quien, según se dice, escribió la solución en el puño de la camisa mientras comía. Como la consideró muy elemental, Hardy se negó a presentarla en una publicación que normalmente leerían sus colegas matemáticos, por lo que Punnett la expuso en una revista de biología. Fue la única incursión de Hardy en la genética (?)*. La solución obtenida por el profesor Hardy fue que la simple expresión binomial  $(p^2 + 2pq + q^2) = 1$  describe la proporción de cada genotipo en la población, donde  $p$  representa el alelo dominante ( $A$ ),  $q$  el recesivo ( $a$ ) y  $(p + q = 1)$ . El alejamiento de estas premisas de la realidad (que se acentúa con las absurdas condiciones que debe de cumplir la población implicada) ya era evidente por entonces. Según Harris (1985), Haldane (1924) (otro matemático padre de la “síntesis”) *era consciente de que existían fenómenos como el ligamiento que ya eran conocidos, pero tenerlos en cuenta hubiera complicado los cálculos.*

Aquí me voy a permitir una pequeña digresión: Resulta pasmosa la naturalidad con que los historiadores autocalificados como firmes seguidores del darwinismo nos narran los artificios que han intervenido en su elaboración como teoría científica, porque resulta difícil de dilucidar si se trata del resultado de una fe poco menos que religiosa a la que los datos históricos no afecta o de una actitud cínica en el sentido de decir “es una falacia, pero es la falacia dominante”.

Sin embargo, parece que, efectivamente, los matemáticos lograron convencer a algunos biólogos. Así nos narra F. J. Ayala la acogida inicial de la base teórica de la evolución: *Estos descubrimientos (?) teóricos, sin embargo, tuvieron inicialmente un impacto limitado entre los biólogos contemporáneos, porque estaban formulados en ecuaciones y lenguaje matemáticos que la mayoría de los evolucionistas no podían entender* (aquí me voy a permitir argumentar, a modo de “reparación” de estas dudas sobre la capacidad mental de mis colegas, que resulta dudoso que no entendieran unas fórmulas basadas en algo tan simple como las probabilidades de obtener cara o cruz en una moneda lanzada al aire, es decir, que tal vez fue otro el motivo de su rechazo); *también, debido a que estos descubrimientos, casi exclusivamente teóricos (?) tenían poca corroboración empírica, y, por último, a causa de que los problemas resueltos habían dejado de lado muchas otras materias de gran interés, como el proceso de la especiación (??)*. Pero el problema que planteaban los biólogos estaba superado. Según E. Mayr (1997): *Los matemáticos demostraron convincentemente que, incluso mutaciones con ventajas relativamente pequeñas, eran favorecidas por la selección, y sus hallazgos ayudaron a superar varias objeciones a la selección natural.*

En cualquier caso, ya estaba “demostrada” mediante las matemáticas la actuación de la selección natural como el mecanismo evolutivo. La sentencia (¿de muerte?) sobre el estudio de la evolución la emitió T. Dobzhansky (1951): *La Evolución es un cambio en la composición genética de las poblaciones. El estudio de los mecanismos de evolución es competencia de la Genética de Poblaciones*. Y desde ese momento, la base teórica de la Biología, pasó de apoyarse en los conocimientos y en los criterios científicos utilizados hasta entonces, basados en la elaboración de deducciones obtenidas a partir de la observación de los fenómenos naturales, a la interpretación de la Naturaleza en función de la práctica tradicional en el darwinismo, es decir, a adecuar las observaciones a la teoría, (en este caso ni siquiera observaciones, sino suposiciones), mediante fórmulas matemáticas.

Y este “olvido” de las observaciones de la Naturaleza, de los organismos, del registro fósil, para crear una explicación elaborada sobre cálculos numéricos basados en hipótesis al margen de la realidad, lleva a una total desconexión de la realidad. Así explica F. J. Ayala (2001) el concepto actual de la evolución según estos criterios: *El rango de una mutación génica puede ir, pues, de inapreciable a letal /.../ las mutaciones nuevas tienen mayor posibilidad de ser perjudiciales que beneficiosas para los organismos. Una nueva mutación es posible que haya sido precedida de una mutación idéntica en la historia previa de una especie. Si esa mutación previa no existe en la población, lo más probable es que no sea beneficiosa para el organismo y, por ello, será eliminada de nuevo/.../ El proceso de mutación cambia las frecuencias génicas muy lentamente debido a que las tasas de mutación son bajas /.../ Si en un momento dado la frecuencia del alelo A es 0,10, en la generación siguiente se habrá reducido a 0,0999999, un cambio evidentemente pequeñísimo /.../ Por otra parte, las mutaciones son reversibles: el alelo B puede también convertirse en alelo A /.../ Aunque las tasas de mutación son bajas si se considera un gen individualmente, el hecho de que haya muchos genes en cada individuo y muchos individuos en cada especie hace que el número total de mutaciones sea elevado.*

Como reflexión, seguramente discutible, y a modo de conclusión de este apartado, tengo que decir que la forma en que nació el darwinismo, la manera en que se ha narrado su historia, el modo en que se ha mantenido mediante artificios al margen de la realidad y la mitificación (mixtificación?) de la figura de Darwin, produce la sensación (al menos, la sospecha) de que el problema no es de índole meramente científica. Y un posible apoyo a esta sensación se puede encontrar en el siguiente hecho: En 2006, es decir, cuando ya se había secuenciado el genoma humano, cuando ya eran sobradamente conocidos los fenómenos de *splicing* alternativo, los procesos epigenéticos, la naturaleza dispersa y fragmentaria de la información genética... se reunieron en la Universidad de Cambridge, un grupo de prestigiosos investigadores que llegaron a la siguiente conclusión:

*Many regard the Darwinian theory of evolution by natural selection as one of the most important and powerful theories of our times, in the good company of the general theory of relativity and quantum theory. What will be Darwin's legacy in the 21st century? Will new work be mainly confirmatory, or can we expect new breakthroughs? What constitutes a Darwinian way of thinking in biology, or more broadly in science? Is it still timely to think in a genuine Darwinian way, or should we resort only to some basic Darwinian principles? These questions were discussed by researchers at a recent conference at Trinity College, Cambridge, UK, which was hosted by the president of the Royal Society, Martin Rees.*

*There was fair agreement among the participants that Darwin's way of approaching problems remains valid and should be encouraged if possible. (Szathmáry, 2006).*

## 150 años fuera del camino

En el año 2009 se cumplirán 200 años del nacimiento de Darwin y 150 de la publicación de “Sobre el origen de las especies por medio de la selección natural, o el mantenimiento de las razas favorecidas en la lucha por la existencia”, y la celebración parece bien preparada. En las revistas científicas se exalta su figura hasta convertirlo en el genio que arrojó luz sobre un Mundo en tinieblas: *La gran contribución de Darwin a la ciencia es que completó la Revolución Copernicana al llevar a la biología la noción de la naturaleza como un sistema de materia en movimiento gobernada por leyes naturales.* (Ayala, 2007). En las universidades y centros de investigación se preparan todo tipo de homenajes, y una réplica del *Beagle* “zarpará para reconstruir el mítico viaje del científico”. La noticia de prensa comienza así: *Recién graduado en Cambridge, con 22 años, un jovencísimo Charles Darwin se embarcó como naturalista a bordo del bergantín HMS Beagle, en un viaje que duraría cinco años (1831-1836). El padre de la teoría de la evolución describiría después esta aventura como el acontecimiento más importante de su vida, el que determinó la marcha de toda su carrera.* Aunque se pueden encontrar en el texto algunos “olvidos” o “imprecisiones”, (ver Sandín, 2002) el más llamativo es el que se refiere a su titulación, que se podría completar así: *subgraduado en Teología.*

La forma en que los encargados de transmitir “la buena nueva” a la sociedad “depuran” y “orientan” conscientemente la información llega a extremos que hacen pensar que deben tener muy buenos motivos para hacerlo. En el artículo *150 años liberados de un creador sobrenatural*, el autor informa a sus lectores de que *la idea eliminó la necesidad de Dios para explicar nuestra presencia*, y nos habla de la controversia entre creacionistas y darwinistas, para aclararnos que “la evolución”, o bien, como sinónimo, “la teoría de la evolución”, está científicamente comprobada y *la prueba más contundente es la universalidad del código genético.*

La confusión deliberada de la evolución como hecho con “la” teoría de la evolución y la transmisión a la sociedad de que el debate que existe actualmente se centra entre los creacionistas y “la” evolución, (y el éxito de esta estrategia se puede comprobar en las manifestaciones al respecto de todo tipo de personas cultivadas, no profesionales de la Biología) es una de las variadas artimañas de que se valen los guardianes del darwinismo para descalificar cualquier intento de debate científico sobre la validez actual de sus ideas. Pero es tan simplista y estéril tratar de rebatir a la Ciencia desde creencias religiosas como pretender rebatir las creencias con argumentos científicos, porque son dos aspectos del pensamiento humano que, por su forma de elaboración y por sus objetivos, no tienen la menor relación (salvo cuando los pretendidos argumentos científicos sean, en realidad, una creencia, en cuyo caso se comprende el debate). Y es imposible rebatir una creencia con hechos históricos, con datos reales o con argumentos lógicos. Cuanto más irracional (es decir, menos basada en dichos conceptos) sea una creencia, más difícil es de rebatir, y de esto tenemos suficientes experiencias, no sólo en el aspecto científico, sino también en el político y el económico.

Lo cierto es que el oportuno rebrote de la discusión entre creacionistas y darwinistas y su entusiasta acogida por parte de estos últimos, ha sido el mayor refuerzo que ha recibido el darwinismo en toda su historia. La “inteligente” estrategia de los creacionistas (y su confusa variante del Diseño Inteligente), de rebatir la enormes “lagunas” reales que presenta el darwinismo en la actualidad y recurrir a descubrimientos y conceptos muy actuales, como la complejidad de la información genética y de la elaboración de los organismos, la teoría de sistemas, las propiedades emergentes, los “saltos” del registro fósil... hace que estén sentadas las condiciones para que los

darwinistas siembren sospechas sobre la condición de “creacionista encubierto” de cualquier científico que utilice cualquiera de esos términos o argumentos. La confusión está “creada”.

Pero esta falsa polémica, produce la impresión de ser el (con un poco de suerte) último recurso para intentar mantener una concepción de la vida apoyada por 150 años de explicaciones retóricas, la mayoría de ellas con un gran derroche de ingenio, de identificar el hecho de la evolución con la “teoría” darvinista, única posible y única existente, de “depuración” de las ideas de Darwin mediante la ocultación de las “menos adecuadas” o “políticamente incorrectas”. De ignorar o tergiversar a los precursores y silenciar voces disidentes, a veces, mediante métodos poco edificantes. Pero también, de desperdicio de inteligencias, que podrían haber realizado grandes aportaciones, por la manera en que han sido formadas y por el control sobre “las malas ideas”. De encauzar la investigación (y sus aplicaciones) por un camino descontrolado y “aleatorio”, dada la falta de una base realmente científica sobre la que trabajar.

Y, sobre todo de transmitir a la sociedad y a otras ciencias su concepción distorsionada de la vida como un hecho “científicamente comprobado” (Abdalla, 2007). Del egoísmo y la competencia como “leyes naturales” que dirigen una sociedad en la que sólo triunfan “los más aptos”. De describir los fenómenos naturales con un lenguaje empresarial en el que la explotación de recursos, las estrategias competitivas, el coste-beneficio son los cimientos sobre los que se eleva “la mano invisible”, pero todopoderosa de la selección natural.

Uno de los argumentos más reiterativos utilizados para exaltar el darwinismo es que constituyó “una gran impulso” para la Biología. Cabría detenerse a recapacitar sobre la verosimilitud de la idea de que la ausencia de las ideas darvinistas habría impedido los descubrimientos científicos y los progresos tecnológicos que, inexorablemente, se han producido en los últimos años. Pero también cabría considerar si este impulso no la sacó del camino.

### **Retomando el camino**

Resulta paradójico, casi se podría decir absurdo, que el éxtasis que, para un profano, produce contemplar la belleza y la armonía de la Naturaleza, resulte para un biólogo poco menos que un engaño, una superstición producto del desconocimiento. Porque, como “sabemos” los biólogos, detrás de esa “aparente” belleza hay una fea realidad. La investigación científica nos “revela” que los seres vivos, los animales, las plantas compiten implacablemente por sobrevivir, entre distintas especies, dentro de cada especie y hasta de la misma camada. En suma: una Naturaleza *de dientes y garras tintas en sangre* (se debería añadir “y de hojas y flores tintas en savia”).

Aunque la forma en cómo se concibe la Naturaleza tiene un evidente y estudiado componente cultural que se puede inscribir también en un contexto histórico que, en el caso que nos ocupa, es el período en el que coinciden la revolución industrial y con la máxima expansión colonial británica (cuyas consecuencias describe claramente Darwin en “El origen del hombre”), la actitud ante la Naturaleza, la impresión que ésta produce, tiene, por fuerza, un componente individual, derivado de la propia personalidad y del conocimiento y la relación que se ha tenido con ella. Se podría acudir al origen, al “autor” de la transformación de esta truculenta concepción en explicación científica, para comprender este componente individual, es decir, cual puede ser la impresión de una persona habituada a un entorno extremadamente domesticado y de carácter pusilánime e hipocondríaco (Darwin, Ch. R., 1876), ante la observación de la Naturaleza “salvaje” y compararla, por ejemplo, con la concepción acogedora y generosa que de ella tiene un indígena de la Amazonia o un poblador de cualquier otra selva tropical. Cabría esperar que la visión de los biólogos debería estar más próxima de la de estos últimos, de los que de verdad la conocen, y resulta descorazonador, si nos detenemos a pensar sobre ello, que la concepción que se ha convertido en científica, la que nos han “enseñado” a los biólogos, sea la de una persona que contempla la naturaleza desde fuera, como

algo hostil y ajeno. La idea de una Naturaleza en la que cada cual tiene su sitio, en la que todos sus componentes son necesarios y en la que unos necesitan de otros para existir resulta para los darwinistas, por algún motivo digno de estudio, un “enigma”. Veamos un ejemplo de investigación publicado en una revista científica “de alto impacto” sobre las explicaciones “biológicas” de la existencia de cooperación: *The emergence and maintenance of cooperation by natural selection is an enduring **conundrum** in evolutionary biology, which has been studied using a variety of game theoretical models inspired by different biological situations. The most widely studied games are the Prisoner's Dilemma, the Snowdrift game and by-product mutualism for pairwise interactions, as well as Public Goods games in larger groups of interacting individuals.* (Hauert, C. et al., 2006)

Aquí me parece oportuno un inciso para comentar uno de los tópicos que determinan la investigación (y la carrera profesional) de los biólogos. Al parecer “el inglés es el idioma científico, y lo que no está publicado en inglés, no existe”. Sin embargo, se pueden ver abundantes artículos del tenor del comentado y aún más absurdos, (*Evolution: The good, the bad and the lonely*. Michor y Nowak, 2002) hasta el extremo de resultar ridículos para una persona razonable, publicados en las revistas más importantes del ámbito anglosajón. Unos artículos que, probablemente, harían que el editor de alguna de las, al parecer, minusvaloradas revistas de lengua hispana recomendase al autor una visita al psicólogo. Porque, si los biólogos, las personas que tienen esta concepción científica de la realidad actuasen consecuentemente en sus actividades habituales, su vida (y las de los que les rodeasen) debería de ser un verdadero infierno. Sin embargo, parece más que probable que sus vidas transcurran totalmente al margen de sus ideas científicas, incluso que sean personas generosas y solidarias (una especie de “mutantes”, según su base teórica) y que se limiten a trabajar sobre conceptos que se repiten mecánicamente sin detenerse a pensar muy profundamente sobre sus implicaciones.

Y la muestra más espectacular (dramática) de esta repetición sistemática de concepciones superficiales y al margen de la realidad es la que constituye el “experimento” de la *Biston betularia*, el “icono de la evolución”. Su presencia en los libros de texto, en las clases de la universidad y en las páginas *web* de prestigiosas universidades, como introducción a “la evolución”, constituye una muestra más de cómo se pueden ajustar los datos a la teoría y de lo superficiales e inconsistentes que son sus pretendidas explicaciones sobre la evolución dirigida por la actuación de la selección natural. Comencemos por esto último: Supuestamente, el hecho de que las polillas del abedul tengan una variabilidad cromática que va desde el casi blanco a casi negro habría hecho que, ante el oscurecimiento, causado por la contaminación industrial, de los troncos de abedules, donde, también supuestamente, descansan habitualmente, hizo, según “observó” Kettlewell, que las polillas más claras fueran más visibles para sus pájaros depredadores, con lo que la población de polillas observadas (en un punto geográfico concreto de Inglaterra) pasó a ser mayoritariamente oscura. Esta sería la prueba más patente del “poder creativo” de la selección natural en el cambio evolutivo que, “con el tiempo” podría llegar a ser muy grande. Pero se olvida mencionar, por una parte, que las polillas supervivientes ya existían antes de la “selección”, absolutamente idénticas y por otra, que, por mucho que se repitiera el proceso, aunque fuera para otro supuesto carácter, las que sobrevivieran serían algunas de las existentes previamente, es decir, polillas. La narración se completa, a veces (Ayala, 1999), con el colofón de que, cuando se llevaron a cabo medidas contra la contaminación, las proporciones de polillas de los distintos matices pasaron a ser los “originales”, lo que convierte la supuesta prueba de la evolución en absurda.

Sin embargo, hace tiempo que existían sospechas sobre las pretendidas observaciones de Kettlewell. Las densidades de población de polillas del abedul en los bosques no son, ni mucho menos tan altas como figuran en las fotografías con que éste ilustró su “experimento”, lo que hizo pensar que lo había falsificado fijando polillas a los troncos con alfileres (Chauvin, 2000). Posteriormente, los entomólogos han realizado estudios exhaustivos sobre las polillas del abedul que han llevado a la conclusión de que, efectivamente sus densidades no son ni remotamente parecidas a las que se observan en las fotografías, pero, sobre todo, que no descansan en los troncos (Wells, 1999) *salvo en, quizás, un 0,001% de las observaciones* (Wolf-Ekkehard, 2003), *sino en zonas no expuestas entre las copas de los árboles, por lo que los textos de biología y evolución deben ser revisados en el tema de la polilla moteada*. Lo penoso de este caso es que incluso es posible que Kettlewell no pretendiese engañar a sus colegas. Se puede llegar a pensar que, al estar tan convencido de cómo tenía que ser, “ilustró” su convicción mediante un pequeño truco. Esto, naturalmente, no ha hecho que se elimine el “experimento” de los textos mencionados porque, ¿qué otra prueba visible de la actuación de la selección natural podrían poner en su lugar?

En definitiva, y visto hasta dónde puede llevar la práctica de interpretar la Naturaleza en función de unas creencias previas, puede ser conveniente intentar un pequeño esfuerzo por “volver al camino”, por retomarlo donde quedó hace 150 años. Se podrían mencionar un buen puñado de “precursores” con ideas muy brillantes (ver Galera 2002), pero un buen punto de partida, puede ser “*Filosofía Zoológica*” (1809), el primer tratado dedicado íntegramente al estudio científico de la evolución con la clara concepción de que éste estudio es el que dota de base científica a la Biología: *Nadie ignora que toda ciencia debe tener su filosofía (teoría), y que sólo por este camino puede hacer progresos reales. En vano consumirán los naturalistas todo su tiempo en describir nuevas especies / ... / porque si la filosofía es olvidada, sus progresos resultarán sin realidad y la obra entera quedará imperfecta.*

Para los que tenemos conocimiento de lo desafortunado que fue el momento de la presentación de la obra del republicano Lamarck a Napoleón (Casinos, 1986), de su ingente obra científica y del desdichado final de ésta, cuya impresionante obra “*Historia natural de los animales sin vértebras*” tuvo que dictar a la hija que le cuidaba ya que, expulsado de la Universidad tras la Restauración borbónica, pasó los diez últimos años de su vida ciego y en la indigencia, nos entristece pensar dónde estaría la Biología actual si las condiciones para la acogida de su obra y las del recibimiento de la de Darwin no hubieran sido las que fueron. Pero también nos apenan otras consideraciones: la concepción más general de la perspectiva lamarckista, cuyos “mecanismos” biológicos se están comenzando a conocer después de 150 años de negación de su existencia y de obstrucción de su investigación, es la capacidad de respuesta de los organismos a las condiciones ambientales, es decir, la influencia del ambiente en las características fenotípicas de los seres vivos. ¿No es posible imaginar cuanto dolor, cuantas injusticias y cuantas brutalidades de nuestra Historia (incluida la actual) se podrían haber evitado si la “concepción científica” de las características de los individuos, los pueblos las naciones, grabadas en sus “genes”, no las hubiese dotado de, al menos, justificación?

Pero esa es otra historia (o tal vez no), así pues, volvamos al camino. Lamarck entendía sus aportaciones como el resultado, susceptible de verificación por otros científicos, del estudio empírico de la Naturaleza: *Habré conseguido el objetivo que me propongo, si los amantes de las ciencias naturales encuentran en esta obra algunos puntos de vista y algunos principios útiles, si las observaciones que he expuesto en ella se confirman o si son aprobadas por los que han tenido ocasión de ocuparse de estos mismos temas...* Pero también era consciente de la dificultad que tienen las ideas científicas “nuevas” (es decir, lo que deben de ser, por definición, las ideas verdaderamente científicas) para ser aceptadas, sobre todo, cuando en la ciencia hay implicados otros “intereses”: *Sin embargo, muchas de las consideraciones nuevas que son expuestas en esta obra, desde su inicio prevendrán desfavorablemente al lector, por el único motivo de que las ideas ya admitidas van a rechazar a las nuevas. Como este poder de las ideas viejas sobre las que*

*aparecen por primera vez favorece esta prevención, sobre todo cuando interviene un interés menor, resulta que a las dificultades que ya existen para descubrir verdades nuevas estudiando la Naturaleza, se le añaden las aún mayores de hacerlas aceptar.* La concepción verdaderamente científica de la esencia, del sentido de la investigación científica y las intuiciones sobre las consecuencias de la intervención de “un interés menor” en ésta, resultan asombrosamente actuales. Y también la mayor parte de sus aportaciones sobre lo que se puede considerar los descubrimientos más “modernos” con los que la terca realidad ha desbaratado las concepciones más asumidas por la Biología “convencional”.

Porque si nos remitimos a lo expuesto anteriormente sobre los descubrimientos recientes sobre el control de la información genética, la concepción lamarckiana más general, la del organismo como entidad fundamental sobre la que el ambiente ejerce su influencia, podría haber sido un punto de partida, una predicción, que habría preparado a los biólogos para comprender fenómenos que todavía parecen asumidos a duras penas, cuando no malinterpretados de una forma retórica y artificiosa: Que las circunstancias ambientales condicionan, no sólo la expresión de la información genética (fenómenos epigenéticos, control del *splicing* alternativo, *estrés genómico*...), sino la dinámica del proceso de desarrollo embrionario (Lachman, M. y Jablonka, E., 1996; Workman, C. T., 2006; Hall, B. K., 2003; Richards, E. J., 2006; M. Li, C. M. y Klevecz, R. R., 2006; Tamkun, 2007; Muse, G. W., et al., 2007). Que el equilibrio y no la competencia es el cimiento fundamental de los ecosistemas (Proulx, S., Promislow, D.E.L. y Phillips, P. C., 2005; Bascompte, J., Jordano, P. y Olesen, J. M. 2006). Pero, sobre todo, sus intuiciones, fruto de su extraordinaria capacidad de trabajo y de observación, anticiparon la tendencia de las formas orgánicas a una mayor complejidad (Varabasi y Oltvai, 2004; Bornholdt, S., 2005; Aderem, 2005), la existencia de unas “leyes” (es decir, no “el azar”) que gobiernan la variabilidad de los organismos (LÖNNIG, W.W. y SAEDLER, H. 2003; Flores, M, et al., 2007) y que la capacidad de estos cambios están, de alguna manera, inscritas en los organismos (Wagner, G. P., Amemiya, C. y Ruddle, F., 2003; García-Fernández, 2005; Mulley, J. F., Chiu, C-U, y Holland, P. W. H., 2006).

En cualquier caso, y a diferencia de Darwin, Lamarck no trajo al Mundo “La Verdad” (Dawkins, 1975; Arsuaga, 2001) porque, él, como científico, sabía que en Ciencia no existe “la verdad” (ya que ésta sólo puede ser fruto de una “Revelación”) y sólo hay verdades parciales o aproximaciones a la realidad (*verdades desconocidas*, en su terminología). Pero aportó suficientes aproximaciones a la verdad para hacer posible la elaboración, a partir de ellas, de una base teórica verdaderamente científica para la Biología. Una base teórica capaz de incorporar coherentemente (es decir, no forzadamente) los datos y los conocimientos reales de reciente descubrimiento.

### **Algunas aclaraciones previas**

La elaboración, o la propuesta de un modelo teórico capaz de interrelacionar de un modo coherente los datos procedentes del registro fósil con los conocimientos biológicos de que disponemos en la actualidad y de estos entre sí, ha de partir, necesariamente, de los datos actuales (y no a la inversa, como parece ser lo asumido). Pero antes de pasar a comentar (obligatoriamente, de un modo superficial) las principales características y el posible significado de esta propuesta (Sandín 1997), creo conveniente un preámbulo para hacer unas aclaraciones sobre dos aspectos que pueden dificultar su interpretación como modelo de inspiración lamarckista.

El primero, atañe a la “adecuación” de todas las ideas de Lamarck a los datos actuales. Parece razonable pensar que esto sería extremadamente improbable (al contrario de lo que parece suceder en “la” teoría), porque los avances tecnológicos han hecho posible llegar a un nivel de profundidad en las observaciones absolutamente impensables en su época. Sin embargo, no es difícil dilucidar cuales de sus ideas no son sostenibles en la actualidad ya que, al estar formuladas de una manera clara y metódica, son susceptibles a una crítica científica.



El segundo resulta más complejo. Se trata de un intento de clarificación de algunas confusiones, muy arraigadas en la terminología evolutiva, creadas precisamente por la confusión con que está planteado el darwinismo, tanto en su formulación inicial, como, muy especialmente, en sus posteriores “interpretaciones”.

En cuanto al primer aspecto, Lamarck tenía una concepción gradualista de la evolución (transformación, en su terminología). Concebía ésta como un proceso gradual de adaptación a las condiciones ambientales. Sin embargo, los datos, tanto del registro fósil (Benton, M.J., Wills, M.A. y Hitchin, R. 2000; Schefer, M. et al., 2001; Prokoph, A., Fowler, A.D. y Patterson, R.T. 2000; Hunt, G., 2007) como los procedentes del estudio del proceso embrionario (Hall, 2003; Davidson, E. H. y Erwin, D. H., 2006; Schaefer, C. B. et al., 2007) nos revelan la existencia de procesos de cambio brusco de organización de los organismos, lo que, por otra parte, hace más adecuado el término “transformación” (Artur, W., 2006) empleado por Lamarck para definir el proceso. En cualquier caso, se puede seguir considerando como válida la concepción general lamarckista de la implicación del ambiente en los cambios porque se ha puesto de manifiesto, tanto en los procesos de adaptación (Copley, J. F. et al., 2006; Ferguson-Smith, A. C. y Grealley, J. M., 2007; Benetti, R. et al., 2007) como en los cambios de organización (Hall, 2003; Reik, W., 2007), aunque, lógicamente, él jamás hubiera podido imaginar la existencia de fenómenos epigenéticos, elementos móviles, duplicaciones y reorganizaciones genómicas, genes homeóticos, etc., y el concepto de “estrés genómico”.

El segundo problema resulta más arduo de analizar, pero no sólo por la confusión antes mencionada, sino porque hay concepciones tan asumidas que parece inconcebible dudar de ellas y sólo lo puede hacer el que está movido por “intenciones ocultas”. Unas sospechas que resultan absurdas, porque, precisamente, la práctica científica fundamental es buscar los puntos débiles de las teorías vigentes para mejorarlas o, en su caso, cambiarlas. Veamos, pues, algunos de ellos.

Quizás el concepto que, desde mi punto de vista, genera más confusión, porque de él derivan otras arrastradas por las simplificaciones de la teoría convencional es confundir “el origen de las especies” con la evolución. Esto parece tan arraigado que, incluso muchos científicos críticos con el darwinismo hablan de la evolución en estos términos. No quisiera parecer innecesariamente “pedagógico” para muchos, pero sí parece necesario repetirlo para algunos: El origen de las especies, que era de lo que (suponía que) hablaba Darwin, es la especiación (cuyas únicas evidencias experimentales es decir, no mediante cálculos matemáticos, indican que están implicados “saltos” de elementos móviles (Bergman, C. M. y Bensasson, D., 2007; Wessler, S., 2007) que hacen posible que el cambio se produzca simultáneamente en un número considerable de individuos. Según nos revela el registro fósil, las especiaciones se han producido infinidad de veces en los distintos taxones (tras los grandes cambios de organización) sin dejar de ser unas diversificaciones dentro de un patrón morfológico básico, pero no son el supuesto “inicio” de los cambios de organización, porque las diferentes especies que surgen así se mantienen sin cambios sustanciales en su organización durante toda su existencia. Repito mis excusas (y el ejemplo), pero las libélulas han sufrido cientos, tal vez miles de especiaciones desde su “aparición” en el Carbonífero, sin dejar de ser libélulas. Es decir, cuando hablamos de, o “demostramos” la especiación, no estamos hablando de evolución, sino de variabilidad dentro de un patrón morfológico.

Otra confusión arrastrada por la anterior y que, a su vez, la “retroalimenta”, es la identificación de adaptación con evolución (la evolución como un proceso de adaptación gradual al ambiente), por ejemplo *los mosquitos evolucionan haciéndose resistentes a los insecticidas* (Ayala, 1999). Ya sabemos que existe una variada gama de procesos biológicos mediante los que los organismos responden a las condiciones de su entorno, es decir, mediante los cuales se ajustan, “se aferran” al ambiente. Esto no puede ser un mecanismo de cambio evolutivo sino, en todo caso, lo contrario. Los “mecanismos” de ajuste al ambiente son totalmente diferentes en sus procesos y en su significado de los que producen los cambios de organización, aunque éstos también estén

desencadenados, en última instancia, por alteraciones en las condiciones ambientales.

Pero quizás, lo que resulta más desalentador para el intento de depurar los conceptos científicos que se utilizan para describir procesos biológicos, algunos de una importancia verdaderamente trascendental, es la terminología derivada de la concepción de la Naturaleza de la “vieja” visión: las calificaciones que reciben todo tipo de fenómenos muy significativos, con expresiones que van desde términos empresariales hasta bélicos, pasando por el mundo del “hampa”. Desde “carreras armamentísticas” hasta “explotación” de los virus endógenos por parte del genoma, pasando por calificaciones para éstos como “secuestradores”, “saboteadores” o “falsificadores”, por no hablar de las estrategias “egoístas” de los genes. No me cansaré de insistir en que esta no es una terminología científica, sino el producto de una concepción de la vida que podríamos calificar de patológica, que es utilizada para adecuar los datos a la teoría dominante, pero que lo que consigue es introducir graves distorsiones en la interpretación de los fenómenos biológicos y que resulta muy perjudicial para una verdadera comprensión de los fenómenos de reciente descubrimiento.

Consideraciones como estas, y algunas más vistas anteriormente, convierten en poco razonable la propuesta que, ante el aluvión de datos que contradicen radicalmente las asunciones asumidas sobre la evolución, han planteado algunos científicos (Carroll, R. L., 2000): la de “expandir” la teoría darwinista. Por lo que he podido ver, esta idea parte, al parecer, de dos asunciones que pueden ir unidas o independientes: de que Darwin fue el “descubridor” de la evolución, por lo que cuando se habla de evolución se habla de darwinismo, o bien, que ya hay aspectos de la teoría darwinista que están “suficientemente demostrados”. No parece necesario volver sobre la primera, pero sí puede ser conveniente insistir en que si la base teórica sobre la que se sustenta el darwinismo, la “Síntesis moderna”, es absolutamente falsa, todos los conceptos que se elaboren a partir de ella también lo serán. Las únicas “demostraciones” de fenómenos visibles en la Naturaleza que todavía se ofrecen en los textos darwinistas como ejemplos de la evolución por selección natural siguen siendo el “experimento” de la polilla del abedul, el caso de la anemia falciforme, cuya manifestación se ha mostrado mucho más compleja de lo que se creía (Higgs, D. R. y Wood, W. G., 2008) y la adquisición de resistencia de los mosquitos a los insecticidas. El resto de las supuestas demostraciones son, simplemente, interpretaciones “a posteriori” sobre porqué esos fenómenos están ahí (“porque han sido seleccionados”).

Parece razonable insistir en que ante la “aparición” de fenómenos y procesos inimaginables hace pocos años en el campo de la Biología, es necesario “repensar” la evolución y, por tanto las explicaciones de dichos procesos y su integración coherente en nuestra disciplina. En palabras de Mauricio Abdalla (2006): *La tecnología amplía la capacidad de “ver” fenómenos que antes estaban ocultos a los sentidos humanos y, la mayoría de las ocasiones, abre un nuevo campo fenomenológico que impulsa a la ciencia a reajustarse, produciendo un movimiento en las teorías científicas y hasta crisis de paradigmas.*

Lo que no parece razonable es la actitud de indignación con que es recibido por prestigiosos biólogos, como si fuera una agresión, cualquier intento de este tipo. Resulta envidiable el entusiasmo con que, por ejemplo, los físicos, reciben la existencia de cualquier punto débil en sus teorías o cualquier avance tecnológico que les permita profundizar en ellas o, incluso cambiarlas (y no se puede decir que no estén “actualizados” al respecto). También es cierto que ellos no disponen de un ser “providencial” que les trajo una verdad inmutable, porque todavía ninguno de sus grandes pensadores la ha encontrado. Tal vez por eso tampoco disponen de un aniversario con que celebrar el “verdadero nacimiento” de su disciplina. Ni siquiera el de Newton, porque sus explicaciones eran, de algún modo válidas, pero incompletas. Posiblemente, para encontrar un paralelo tendrían que remontarse a Aristóteles. Su teoría sobre el movimiento de “los cuatro elementos” hacia “sus semejantes”: el agua hacia el agua, la tierra hacia la tierra, el fuego hacia el fuego y el aire hacia el

aire, explicaba todo. Era “evidente”, incluso verificable experimentalmente. Todo el mundo podía comprenderla, pero no era una explicación real. Porque, en Ciencia (excepto, al parecer, para la Biología), ninguna explicación de un fenómeno complejo puede ser sencilla.

### **Sobre la “integración de sistemas complejos”**

Como hemos visto, las críticas a las simplificaciones del darwinismo han existido desde su origen, tanto desde el punto de vista científico como por su condición ideológica. Pero en los últimos años la acumulación de información, tanto del registro fósil, cada día más conocido, como de los fenómenos desvelados por la capacidad de observación de que nos han dotado los progresos en la tecnología han añadido una verdadera multitud de datos reales, verificables, para apoyar estas críticas, y han conducido a algunos científicos a proponer la necesidad de un nuevo modelo evolutivo. Como creo que podría parecer una insolencia (y posiblemente lo sea) hacer una crítica de propuestas alternativas procedentes de científicos infinitamente más conocidos y prestigiosos que el que esto escribe, y también puede parecer injusto (y quizás también lo sea) criticar intentos realizados con honestidad y la mejor intención, quisiera justificar lo que sigue con el siguiente argumento: las alternativas que no estén sólidamente apoyadas en datos reales pueden contribuir a aumentar la confusión y son más susceptibles de descalificación por parte de los defensores de la teoría dominante. Por lo tanto, me limitaré a algunas sugerencias sobre las deficiencias que, en mi opinión (es decir, totalmente discutible), presentan como descripción de fenómenos biológicos reales o como explicaciones del proceso evolutivo y que tal vez podrían ser solventadas con una puesta en común si se contrastasen entre sí: Unos se presentan como modelos puramente abstractos, que de algún modo describen la complejidad de los fenómenos naturales pero sin referirse a datos o experimentos biológicos concretos. Otros, siguen la tradición darwinista contraponiendo a los argumentos retóricos que la apoyan otros, también de tipo retórico, es decir, discutiendo conceptos o creando otros supuestamente nuevos pero, igualmente, sin datos experimentales que los sustenten. La mayoría comparten muchas de las confusiones que hemos mencionado en el apartado anterior y, finalmente, algunos cuyas propuestas tienden a alejarse de la corriente convencional, prudentemente (y seguro que con sobrados motivos), no se atreven a dar el peligroso paso de “abjurar” del darwinismo (es decir, son alternativas “parciales”) ante el riesgo de perder, posiblemente entre otras cosas, su reconocimiento profesional. En el caso de que esta sea la causa, como no se puede perder lo que, al parecer, no se tiene, me he podido permitir dar este peligroso paso.

Antes de volver a exponer, una vez más, los argumentos generales de esta propuesta, (de este “esbozo” de propuesta), quisiera insistir, también una vez más, en que creo sinceramente que nadie se puede considerar propietario de una idea científica. En primer lugar porque las ideas no tienen dueño, y menos las científicas que, en su origen eran para compartir y debatir con toda la comunidad científica y para beneficio de toda la Humanidad. Pero, en segundo lugar, porque todas las ideas científicas, incluidas las que puedan parecer más originales, están basadas en el trabajo de otros, contemporáneos o antecesores, sin el cual no se podrían haber formulado. No se podrían haber planteado las preguntas ni imaginado las respuestas. Y seguramente, así ha sido desde que la Ciencia existe como tal. Sólo se pueden considerar “teorías” originales cuando son “ocurrencias”, sin base científica y, por tanto sin ideas u observaciones científicas sobre las que apoyarse, como la idea de que los “genes” son egoístas y competitivos, o que la Naturaleza selecciona los seres vivos de la misma forma que los ganaderos seleccionan ganado. Lo que he pretendido plantear es el bosquejo de un trabajo que, tampoco me cansaré de insistir, debería ser afrontado por equipos formados por especialistas de las distintas disciplinas, el de poner en común la enorme masa de información acumulada en los últimos años para elaborar una verdadera base teórica que

relacionase todos ellos coherentemente, científicamente, pero sin olvidar muchas de las brillantes propuestas de científicos que nos han precedido y que pueden proporcionar el soporte para esa tarea. Una labor que, en este caso se apoya sobre los hombros de Lamarck, con su visión vitalista de la Naturaleza retomada por Steele y Jablonka, Arrhenius, con su idea de la panspermia retomada por Hoyle, Merezkovsky, y la simbiogénesis retomada por Margulis, Goldschmidt con sus “monstruos esperanzados” y el saltacionismo del proceso de especiación retomado por Gould y Eldredge... El problema de esta “protopropuesta”, que asumo sin ambages, es que, cuando a las inevitables limitaciones de afrontar esta labor de una forma individual se unen las limitaciones personales, la visión que se obtiene es posiblemente superficial y seguramente incompleta.

No voy a repetir aquí los argumentos y contraargumentos y las referencias bibliográficas que ya han sido expuestas en otras ocasiones, a veces, en exceso (ver, por ejemplo, “La transformación de la evolución”, 2005). Lo que propongo en este caso es una reflexión sobre el significado de los datos y fenómenos reales, científicamente verificables, que ya hemos expuesto y sus posibles implicaciones en los problemas planteados inicialmente.

Comencemos por el principio, es decir, por el origen de la vida en la Tierra, que se puede admitir como el hecho de mayor calado y el más significativo para la comprensión de la vida. Los datos de que disponemos (insisto: datos reales), son los de la existencia de bacterias, es más, de comunidades bacterianas con toda su complejidad (Allwood, A. C. et al., 2006), incluso antes de que la Tierra acabase de formarse. Y aquí me permito llamar la atención sobre otra confusión: Todos los conceptos relativos al origen de la vida como un proceso gradual y al azar, muchos de los cuales figuran en textos científicos como algo “científicamente demostrado” (la “sopa prebiótica”, el “mundo ARN”, LUCA, Urbilateria, por no hablar de los “replicadores” del “Gen egoísta”), son (¿sorprendentemente?) inventados. Se trata de hipótesis emitidas por sus autores como “una posibilidad”, sin ninguna base empírica (“cómo ha debido de ser”), pero que, con el tiempo y la necesidad de una explicación, han pasado a ser confusamente consideradas como reales. ¿No resulta desasosegante para un científico pensar que la base científica de su disciplina se sustenta sobre hechos inexistentes?

Volvamos, pues, a las bacterias. Los datos que se han obtenido de las rocas más antiguas de la Tierra muestran “ecosistemas bacterianos complejos”. Esto, junto con consideraciones sobre la inviabilidad ecológica de la existencia de un solo tipo de bacteria (Guerrero, R. et al., 2002), hace pensar que tuvieron que “aparecer” así en la Tierra. Desde luego, las sorprendente y difícilmente explicables capacidades de las bacterias como “adaptaciones al azar”, su capacidad para vivir en los hábitats más extremos e inadecuados para la vida (se podría decir, innecesarios), desde el interior de rocas hasta fumarolas submarinas, desde el interior de reactores nucleares hasta estériles salinas, y su capacidad para “adaptarse” a condiciones “artificiales” a las que jamás han estado expuestas en la Naturaleza hace esta explicación insostenible desde el punto de vista convencional. Su inexplicable abanico de nutrientes, desde sustancias industriales tóxicas hasta minerales escasos como titanio, les convierte en algo “especial” dentro de los seres vivos. Pero esta condición especial se acentúa si tenemos en cuenta que su actividad hizo posible la existencia de condiciones atmosféricas adecuadas para la existencia de la vida. Y aún más: “hicieron” la vida. La agregación de bacterias como base de la mayoría (es decir, no todas) de las estructuras de la célula eucariota es un hecho comprobado, tanto desde el punto de vista morfológico como genético. Otro aspecto de las bacterias que merece una atención especial es el referente a los llamados “biofilms”. Su agrupación por millones de individuos, a veces de tipos diferentes, y sus espectaculares respuestas coordinadas a distintas alteraciones o estímulos del medio han llevado a la afirmación de que es un comportamiento inteligente (Webb, J. S., Michael Givskov, M. y Kjelleberg, S., 2003; Ben Jacob, E. et al., 2005, Skapiro, J. A., 2007) resultado de su “evolución” (otra confusión derivada de la vieja

noción que identifica evolución con “cambio en los genes” que lleva a hablar de “la evolución de las bacterias” o incluso “la evolución de los virus”). Habría que pensar si lo que realmente indica es que la inteligencia es una “propiedad emergente” de las interacciones coordinadas entre células, como demuestran las respuestas “coherentes” de “genes”, proteínas, tejidos y órganos en el funcionamiento de los organismos. Y también que, muy probablemente ha podido ser así desde el principio de su existencia en la Tierra (Allwood, A. C. et al., 2006). La enorme cantidad de bacterias en la Tierra (vivimos literalmente inmersos en un mar de bacterias), su condición de imprescindibles para el origen de la vida y para el funcionamiento de la vida misma en el interior y el exterior de los animales, colaborando a la fijación de nitrógeno en las plantas, a las que hicieron posible la colonización del medio terrestre, (una hipótesis que se ha podido comprobar al constatar cómo, tras la retirada del hielo en un glaciar de los Andes, las cianobacterias han creado las condiciones, mediante la fijación de nitrógeno, para la colonización del estéril suelo por las plantas (<http://www.colorado.edu/news/r/578683be8d85cd4b9dff12272a0f6e8d.html>)), han hecho replantearse, por fin, su consideración de “microorganismos patógenos”, y llegar a la conclusión (confiemos en que sea así) de que su carácter patógeno, extraordinariamente minoritario en relación con el número de tipos de bacterias conocidas, y mucho más con el, aún mayor de desconocidas (Lozupone, C. A. y Knigh, R., 2007) se produce cuando alguna “agresión” desestabiliza sus condiciones naturales. Hay que decir que no se puede culpar a los científicos de la consideración inicial de las bacterias como agentes exclusivamente patógenos, ya que su descubrimiento tuvo lugar, precisamente, porque producían enfermedades lo que conducía a esa conclusión lógica. Lo que resulta menos disculpable es que la concepción de la naturaleza como un campo de batalla en el que todos son competidores ha conducido a aumentar las “desestabilizaciones” de las condiciones naturales de la bacterias hasta el extremo de que su reconocimiento como elementos “positivos” de la Naturaleza (no suficientemente divulgado y todavía no reconocido por muchos, especialmente en el campo de la medicina), tal vez llegue demasiado tarde. El alarmante aumento de la resistencia de las bacterias “patogenizadas” a los antibióticos, producida por el uso desmedido de éstos como medio de acabar con nuestros “enemigos”, se está convirtiendo en un grave problema cuyas repercusiones finales ignoramos. Pero recientemente, se ha comprobado (quizás también demasiado tarde) que los antibióticos no son “competidores” de las bacterias, sino señales utilizadas por ellas para el control poblacional (Davies, J., 2006) y en grandes dosis (en dosis anormales) son letales, es decir, no son “armas” para la lucha contra las bacterias. Son un componente más de la red de relaciones que une a todos los seres vivos.

Pero, en el imaginario popular y, al parecer, también en el de la mayor parte de los científicos, hay otros “peligrosos enemigos” (como sabemos, determinadas concepciones de “la realidad” necesitan enemigos para justificarse), que han sustituido a las bacterias en las acusaciones de todo tipo de males: los virus. Vamos a olvidarnos de las rocambolescas explicaciones sobre su origen en términos de “ADN egoísta” fugado de las células eucariotas mediante una cápsida fabricada ingeniosamente por estos a partir de genes inexistentes en las células, porque si esta explicación ya era pura ciencia ficción en su origen, con los datos actuales se convierte en simplemente, absurda. La inimaginable cantidad y variedad de virus (especialmente “fagos”) desconocidos en su mayor parte (se asume que sólo se conoce un 10% de los existentes, pero es posible que sean menos), la gran cantidad de “genes” no identificados con anterioridad en ningún organismo encontrados en los virus, cuya función es desconocida y que se ha estimado en un 80% del número de genes virales identificados (Villareal, 2004), la existencia de “fagos” simultáneamente con las primeras arqueas (Woese, 2002), y las especialísimas características de los virus, que en estado libre son inertes, hacen poco probable la idea convencional de su “evolución” a partir de un antecesor común y mucho menos de un origen celular. De hecho, *La existencia de características específicas de los virus, como algunas proteínas de las envolturas, genomas en forma de ARN y ARN polimerasas especiales, sugiere, por el contrario, que al menos una parte de los virus no tiene el mismo origen celular que sus células huésped” .../... La notable variedad de los virus y su relativa simplicidad sugieren un origen polifilético: diferentes grupos de virus habrían derivado independientemente a partir de diferentes orígenes.* (Zillig y Arnold, 99). Es decir, cabe la posibilidad, fuertemente

apoyada por los datos, de que los virus “aparecieran” en la Tierra del mismo modo (y, posiblemente, al mismo tiempo) que las bacterias. Dejaremos para más adelante la discusión sobre el significado y la verosimilitud de esta posibilidad, para centrarnos en los datos que nos hablan de su implicación en la evolución de la vida sobre la Tierra.

Su consideración de “agentes infecciosos”, con el mismo origen que la de las bacterias, es decir, condicionada por su “puesta en escena” en la Biología, ha conducido a calificar a los “fagos” como “virus que infectan a las bacterias”. En realidad, se ha comprobado que son vehículos de intercambio de información entre ellas (Ben Jacob, E. et al., 2005) y precursores de los plásmidos, también esenciales en este fenómeno. Pero los virus en general también han sido esenciales en otro de mayor significado: cuando, anteriormente, mencionaba que la fusión de bacterias era responsable de “la mayoría” de las características de la célula eucariota, lo que pretendía indicar es que existe una considerable cantidad de complejos procesos y moléculas específicos de la célula eucariota que no proceden de las bacterias y que son, necesariamente, de procedencia viral. Muchos relacionados con la información genética, como mRNAs, cromosomas lineales y la separación de la transcripción de la translación (Bell, 2001), polimerasas ((Villareal y DeFilippis, 2000), intrones (Fedorov et al., 2003), telómeros y telomerasas (Schawalder et al., 2003) o con procesos relacionados con la división celular como la meiosis (Livingstone, P. H., 2006) o de las proteínas mitocondriales de replicación y transcripción (Shutt, T. E. y Gray, M. W., 2006) pero también muchas moléculas, especialmente proteínas y enzimas, no existentes en las procariontes. La lista es ingente y hace referencia a proteínas, tanto codificadas por virus, como procedentes de sus cápsidas (glicosiltransferasas, priones, sincitinas) y ha sido ampliamente documentada con anterioridad (ver “La transformación de la evolución”), aunque, como se aclaraba en dicha exposición esta documentación se ha realizado, en la mayoría de los casos, en base a los datos expuestos en los distintos trabajos, pero no en las interpretaciones de su presencia habitualmente basadas en la concepción del ADN “egoísta”, según la cual, estas moléculas habrían aparecido al azar en la célula eucariota y su presencia en los virus estaría justificada porque éstos las habrían “secuestrado”, “imitado” o “saboteado” (Markine-Goriaynoff et al., 2004). Merecería la pena detenerse a pensar sobre hechos tan significativos como que la célula es la que “activa” a los virus (Cohen, J., 2008), que en estado libre son inertes, que dispone de receptores para su penetración, que éstos disponen de un mecanismo de inyección de ADN, que la célula aporta su “maquinaria celular” para la actividad de los virus en su interior y que en los cromosomas eucariotas existen “hot spots” (puntos donde los virus tienden a insertarse). No resulta absurdo considerar que todo esto sea un proceso natural de incorporación y distribución de información genética en sentido amplio, lo que incluye ADN, ARN y proteínas.

Pero la, cada día más evidente, implicación de los virus en la construcción de la vida no se limita a su “puesta en marcha”. Veamos algunas de sus contribuciones a la creación de componentes del genoma fundamentales en la evolución. Los elementos móviles y sus derivados constituyen una proporción de los genomas eucariotas que trataremos de cuantificar posteriormente, pero cuyas actividades son reconocidas como responsables de duplicaciones, transposiciones y deleciones, es decir, de cambios trascendentales en la información genética. La supuesta explicación (más bien, “no explicación”) de la existencia de elementos móviles basada en su condición de ADN “egoísta” de origen desconocido y su consideración como precursores de los virus mediante su “invención” de los genes necesarios para fabricar la cápsida ya ha sido discutida y los expertos en virus asumen, cada día con más pruebas, su origen independiente (Zillig y Arnold, 99; Woese, C., 2002), la presencia de una ingente cantidad y variedad de virus en todos los ecosistemas (Kurt E. Williamson, K. E., Wommack, K. E. y Radosevich, M., 2003; Culley, A. I., Lang, A. S. y Suttle, C. A., 2006) incluso asignándolos una condición de “reservorio de genes” (Goldenfeld, N, y Woese, C., 2007) y “tejedores de genes” (Hamilton, G., 2006). Lo que resulta desconcertante es que cuando en los artículos sobre su actividad genética se ha planteado la disyuntiva de si los elementos móviles provienen de virus o es a la inversa, ambas alternativas se contemplan como probables (Flawell, A.

J., 1999), sin definirse por ninguna como si el significado de la una y la otra no fueran abismalmente distintos. Pero si asumimos lo que parece evidente, es decir, que en un sentido genérico, los transposones deriven de virus y los retrotransposones de retrovirus, la contribución de los virus a la construcción de los genomas ha sido, por fuerza, la absolutamente mayoritaria (Britten, R.J., 2004). Repitamos los cálculos: Si hemos de creer los resultados de la secuenciación de la fracción codificante de proteínas, que constituye el 1,5% del total del Genoma humano, además de 223 genes identificados como de origen bacteriano (aunque posiblemente sean más), hasta el 50% de sus secuencias están formadas por elementos móviles, por encima del 10% son virus endógenos y *“Mucho del restante ADN único debe también ser derivado de copias de antiguos elementos transponibles que han divergido demasiado para ser reconocibles como tales”* (THE HUMAN GENOME SEQUENCING CONSORTIUM, 2001). En cuanto al restante 98,5%, es decir, la fracción “no codificante”, que había permanecido fuera del foco de interés de los genetistas por su consideración de “chatarra” o “basura” gracias a la “aportación” de Richard Dawkins (Von Sternberg, R., 2002), se ha podido comprobar que no sólo es un componente más de los genomas (que no hay “basura”), sino que es el componente fundamental en la explicación de la variabilidad, la complejidad biológica (Mattick, J.S. 2003), en la comprensión de la evolución. Y cada día se descubre una nueva actividad fundamental en los componentes de la supuesta “basura”, en este caso, y una vez más, en el control del desarrollo embrionario (Prabhakar et al., 2008).

No parece que resulte muy difícil de asumir que los responsables de que exista tal cantidad de secuencias repetidas son los retrotransposones y si hemos de buscar un modo por el que estos, con sus especiales transcriptasas inversas han aparecido en los genomas (Britten, R. J., 2004), llegamos a la conclusión, sorprendente pero coherente con lo visto anteriormente, de que aproximadamente el 99% de los genomas es de origen viral, es decir, que los genomas de los seres vivos, aunque sería más adecuado hablar de “la información genética”, lo que incluye el total de los elementos que la controlan, están constituidos por una agregación de genomas bacterianos y virales.

Si a esta condición de los genomas en sentido amplio le añadimos la inimaginable abundancia y variabilidad de virus (se ha estimado que entre 10 y 25 veces más que bacterias), en los medios marinos y terrestre y sus actividades absolutamente imprescindibles en los ecosistemas (Williamson, K. E., Wommack, K. E. y Radosevich, M., 2003; Suttle, C. A., 2005), nos encontramos con algo sobre lo que sería conveniente detenernos a pensar: Que “nuestros peores competidores” son en realidad, las unidades básicas de la vida. Que, junto con las bacterias, la han fundado y que la vida se sigue desarrollando inmersa, interconectada y regulada por un mar de bacterias y virus. Pero también, que, como desgraciadamente hemos podido comprobar, las bacterias y los virus pueden pasar, cuando las circunstancias lo requieren (por ejemplo, si nos empeñamos en ello), de su condición de constructores a la de destructores.

También podría ser conveniente reflexionar sobre unos datos y unos argumentos que nos indican que, posiblemente, su labor no ha terminado, porque sería no sólo un hallazgo apasionante para la Ciencia, sino también una esperanza para la vida sobre la Tierra. Recientemente, en un artículo publicado en la revista Nature (25-1-2007) bajo el título “Biology next revolution” Nigel Goldenfeld y Carl Woese, dos de los mayores expertos mundiales en virus, no informan de que *“La imagen emergente de los microbios como colectivos intercambiadores de genes demanda una revisión de conceptos como organismo, especie y la misma evolución. /.../ Igualmente apasionante es la comprensión de que los virus tienen un papel fundamental en la biosfera, en un sentido evolutivo tanto a largo como a corto plazo. Recientes trabajos sugieren que los virus son un importante almacén y memoria de información genética de una comunidad, contribuyendo a la dinámica y estabilidad evolutivas del sistema. /.../ Por lo tanto, consideramos lamentable la concatenación convencional del nombre de Darwin con la evolución, porque deben ser consideradas otras modalidades”*. El artículo de una página perdido en el mar de confusión que forman los “descubrimientos” de aplicaciones de elementos móviles y virus para ingeniería genética es sólo una muestra más de la larga lista de artículos y descubrimientos de gran trascendencia ignorados o sepultados por el arrollador avance de la “biología de mercado”.

Ahora, un breve puntualización: La denominación de la propuesta como “Integración de sistemas complejos”, deriva de la observación de que estas características de los componentes básicos de la vida, cuya aparición en la Tierra de forma gradual es materialmente inexplicable, y la forma en que se integran sucesivamente en entidades de mayor nivel de complejidad, se pueden enmarcar dentro de la Teoría General de Sistemas (von Bertalanffy, K. L., 1976): Según ésta, un sistema se define como un conjunto organizado de partes interactuantes e interdependientes que se relacionan formando un todo unitario y complejo. Entre los distintos tipos de sistemas, los seres vivos se ajustan a las características de los llamados "sistemas orgánicos u homeostáticos" (capaces de ajustarse a los cambios externos e internos) y están organizados en subsistemas que conforman un sistema de rango mayor (macrosistema). Los sistemas complejos adaptativos son muy estables y no son susceptibles a cambios en su organización, pero ante un desequilibrio suficientemente grave, su respuesta es binaria: un colapso (derrumbe) catastrófico o un salto en el nivel de complejidad (debido a su tendencia a generar patrones de comportamiento global). Es decir: **adaptación** (ajuste al entorno) y **evolución** (cambio de organización) constituyen procesos diferentes. Se podría decir, pues, que existe un modelo teórico, un marco conceptual en el que inscribir la propuesta, pero considero que en el caso que nos ocupa y dada la situación por la que atravesamos, resulta más apremiante la comprensión de fenómenos concretos a partir de datos empíricos que la elaboración de un modelo teórico abstracto y general, por lo que la denominación citada y su adecuación resulta irrelevante para el problema que nos ocupa.

Llegados aquí, tal vez sea conveniente una mirada sobre un supuesto “punto débil” de esta explicación del origen de la vida en la Tierra. La idea de que la vida en la Tierra proviene de “semillas” diseminadas por el Universo se puede remontar (al menos, en la cultura occidental) a la Grecia clásica, y el filósofo Anaxágoras ya hablaba de ello. Como ya hemos mencionado, fue el químico sueco Arrhenius el que acuñó el término “panspermia” en 1908 para denominar este fenómeno, retomado posteriormente por el astrónomo galés Alfred Hoyle (1982). Esta hipótesis ha sido rechazada fervientemente por los más prestigiosos teóricos del darwinismo mediante dos argumentos: que sólo cambia el problema de lugar y que el origen de la vida en la Tierra “ya está explicado”. En cuanto al segundo, no merece la pena insistir en que está “explicado” de forma gradual y al azar, mediante hipótesis inventadas y si ningún soporte empírico (es más, los datos reales indican su imposibilidad). En cuanto al primero, sí creo conveniente reiterar que lo que cambia es el problema, porque es totalmente diferente el significado (y las consecuencias) de que la vida sea un fenómeno fortuito, de una extremada improbabilidad y único en la Tierra (además de resultar de un “universocentrismo” penoso), a que la vida sea un fenómeno inherente al Universo, que sea una propiedad más (aunque muy especial) de la materia como puedan ser los metales o los gases, cuyas interacciones moleculares tienen sus propias reglas (“leyes”, en la terminología convencional), y que la vida “germine” allí donde las condiciones son adecuadas a sus características.

El argumento de que si no podemos precisar cuando y donde se formaron los componentes de la vida por primera vez (que, insisto, al parecer, “ya está explicado”), la hipótesis pierde credibilidad es, por decirlo de un modo suave, inconsistente, porque, como siempre ha pasado en la Ciencia, las explicaciones nunca son completas. Son aproximaciones al conocimiento de los fenómenos que se estudian y siempre hay que reservar, como dice Mauricio Abdalla (2006), “un extra de humildad” para reconocer que no podemos saber “todo” y esperar que nuevos descubrimientos (posiblemente sorprendentes) o nuevos instrumentos nos permitan avanzar en el conocimiento. En cualquier caso, también es posible que nunca lleguemos a saber exactamente cuando y dónde se formó la vida, pero tenemos datos reales de su primera manifestación sobre la Tierra. Disponemos de observaciones y de conocimientos de procesos verificables experimentalmente que nos permitirán devolver a la Biología a su condición de Ciencia. De construir una base teórica sustentada en hechos reales que se ajuste realmente a lo sucedido en nuestro planeta desde su origen. De comprender que las propiedades de los seres vivos, de su proceso evolutivo y de sus relaciones actuales entre sí y con el entorno, dependen de las



propiedades de sus componentes. Si las propiedades de los metales, de los gases, de los líquidos dependen de interacciones atómicas y moleculares concretas, verificables, ¿cómo se puede decir que las de los seres vivos, que comparten con ellos las leyes de la física, la química y las matemáticas, pero que, además, son capaces de “autoorganizarse” y “autogenerarse”, y responder coherentemente a los estímulos del ambiente dependen del “azar”? Esto no hace sino convertir a la Biología en una disciplina no susceptible de estudio científico, aunque, como sabemos sí de manipulación (es decir, del llamado “tiro a boleo”). Porque la concepción de la vida como un fenómeno producido “al azar” tiene mucho de justificación para perderle el respeto que se merece. Para “someterla a esclavitud”. Para destruirla sin haberla llegado a comprender.

### **La transformación de la evolución**

El método científico convencional, con sus limitaciones, que son mayores cuanto más complejo es el fenómeno estudiado, consiste en llevar a cabo observaciones empíricas y formular hipótesis que consigan interrelacionarlas por nexos demostrativos, es decir, de una forma verificable. Es decir, no forma parte de la Ciencia explicar realidades en base a proposiciones que se encuentran fuera de los límites empíricos, porque a lo que conduce esta actitud es a pretender explicar continuamente “porqué no vemos lo que deberíamos ver”.

Limitémonos, pues, a los datos empíricos y veamos, de una forma necesariamente superficial, de qué forma pueden estar interconectados.

Lo datos que se pueden considerar el punto de partida para comprender la evolución de la vida y la prueba de que esta ha cambiado con el tiempo, son los procedentes del estudio del registro fósil. Los conocimientos, cada día más profundos rigurosos y abundantes, sobre las formas de vida en los diferentes estratos geológicos no han llevado a disponer de una visión, si bien no “completa”, sí representativa (Benton, M. J. et al., 2000) de los fenómenos evolutivos. La presencia de procariotas en la Era Arcaica, cuando la Tierra aún no se había acabado de formar, es un hecho verificable. También, que en Paleoproterozoico, hace unos 1600 millones de años, ya existían las eucariotas y que, a partir de su existencia, las “apariciones” en el registro fósil de los organismos multicelulares, primero en el período Vendiano y, posteriormente, y sin conexión directa evidente, en el Cámbrico, se han producido de una manera, poco menos que “repentina” (Morris, 2000). (Haremos referencia, en este caso, sólo a la evolución animal. Para una revisión de la evolución vegetal, ver Moreno, 2002). A partir de estos estratos, lo que se observa **realmente** son grandes cambios de organización y aparición súbita de nuevas morfologías coincidiendo, de una forma más o menos ajustada, con los comienzos de los distintos períodos geológicos, a los que han dado nombre sus faunas distintivas (Schindewolf, 1993; Kemp, T. S., 1999). En los estratos correspondientes a cada período se puede comprobar la existencia de cambios menores de organización así como posibles especiaciones sin cambios morfológicos significativos y siempre siguiendo la pauta de los “equilibrios puntuados” (Williamson, P. G., 1983; Kerr, R. A., 1995), es decir, cambios bruscos y permanencia en “estasis” durante períodos variables, pero prolongados.

Veamos, ahora, evidencias experimentales que nos pueden explicar estas observaciones. Hace tiempo que para los expertos en embriología era evidente que las características del desarrollo embrionario como un sistema jerarquizado e interconectado hacía imposible que los cambios de organización se produjeran mediante la acumulación de pequeños cambios en caracteres superficiales (Devillers, Ch. y Charline, J., 93; Gilbert, S. F. et al., 96), pero ahora son observaciones empíricas las que dan la razón a estos argumentos: La forma en que los complejos Homeóticos controlan simultáneamente distintos aspectos interrelacionados durante el desarrollo embrionario nos explican complejos cambios de organización difícilmente explicables como sucesos independientes, por ejemplo, el control simultáneo del sistema urogenital y las extremidades necesario para el paso del medio marino al terrestre (Kondo, T. et al., 1997), o la transición de la organización miriápodo a exápodo (Ronshaugen, M. et al., 2002). Las investigaciones en el reciente campo de la Evo-Devo (evolución y desarrollo) arrojan datos, cada

día más significativos en este aspecto (Hall, B. K., 2003), pero quisiera destacar unos de un interés especial, porque representa lo que puede ser la aproximación experimental más ajustada a las observaciones del registro fósil: en el artículo “*Gene regulatory networks and the evolution of animal body plans*” (Davidson, E. H. y Erwin, D. H., 2006) se nos informa de la existencia de tres tipos fundamentales de “redes” en el control del desarrollo embrionario: la primera constituye lo que los autores denominan *kernels* (semillas) que controlan las características de la morfogénesis a nivel de *Phylum* o *Superphylum*, el segundo, controla la elaboración de patrones morfológicos, y las alteraciones en distintos niveles el despliegue de sus conexiones y el funcionamiento de sus “interruptores” origina cambios de Clase, Orden y Familia, y finalmente, las alteraciones en baterías de genes y su despliegue serían las responsables de la especiación. Esto nos lleva a recordar la famosa polémica levantada por la honesta afirmación de R. Goldschmidt (1940), derivada de sus observaciones, sobre la necesidad de que los cambios necesarios para que se produjese la especiación habrían de ser, necesariamente, mediante “macromutaciones” de efecto instantáneo con consecuencias visibles sobre la variabilidad de los individuos. La reacción de sus colegas “ortodoxos” fue cruel, calificando burlescamente a los resultados de tales cambios “monstruos sin esperanza” o “monstruos esperanzados”. Sin embargo, estos datos reales nos obligan a buscar un proceso también real, existente, que relacione estas observaciones con las procedentes del registro fósil.

Como hemos visto, los conocimientos sobre las complejas características de la información genética y la composición y origen de los genomas nos hablan de la imposibilidad de que estas complejas redes de información puedan cambiar de un modo gradual (y menos “al azar”). Esto implica la necesidad de la existencia de algún proceso que haga posible que nuevas características, a su vez, de gran complejidad y necesariamente interrelacionadas, se incorporen a las anteriores redes de información. Veamos un ejemplo como ilustración de estos argumentos: la transición de la organización reptil a la de mamífero requiere, en el desarrollo embrionario, la incorporación de gran cantidad de características “nuevas” que están estrechamente interrelacionadas entre sí (las unas sin las otras no tendrían sentido). La existencia de un retrovirus endógeno, denominado ERV-3, implicado en la morfogénesis de la placenta (Mi et al., 2000), en la formación del sincitiotrofoblasto (Venables et al., 1995; Muir et al., 2004) y en la inmunodepresión materna (Harris, 1998) nos informa (entre otras cosas que veremos más adelante) de la existencia de un proceso por el que estas nuevas características se pueden “integrar” en la red genética previa en forma de “subsistema”, como parte de un proceso de cambio de organización que, necesariamente, ha de tener otros componentes. Los datos sobre la “incorporación” de nuevas secuencias relacionados con cambios trascendentales en la evolución son cada día más abundantes (Pierce, S. K. et al., 2003). También las relacionadas translocaciones y reorganizaciones genómicas relacionadas con los transposones (Loning, W. W. y Shaedler, H., 2003) y con repeticiones de secuencias génicas, parciales o “extensivas” (Gu et al., 2002; McLisaght et al., 2002), de evidente origen en los retrotransposones y también originarias de las sucesivas duplicaciones de los genes Hox (Wagner, G. P. et al., 2003; García-Fernández, J., 2005)

Por lo tanto, tenemos una explicación de cómo se pueden producir, de un modo simultáneo y en un gran número de individuos, los “monstruos esperanzados”: mediante la integración de virus en los genomas. En lo que respecta a cómo las remodelaciones y duplicaciones genómicas se pueden producir simultáneamente en un número suficiente de individuos para que la población resultante sea viable, numerosos estudios han mostrado experimentalmente, mediante la activación por provocación de distintas formas de estrés ambiental (radiaciones, excesos o defectos de determinados nutrientes, sustancias químicas...), la existencia de lo que se denomina “hot spots”, es decir puntos de los genomas donde tienden a insertarse con más frecuencia los elementos móviles o a producirse las duplicaciones (Loning, W. W. y Shaedler, H., 2003). Lo que hace pensar que, en condiciones naturales, esta frecuencia puede ser aún mayor. Esto a llevado a los citados autores a

considerar la existencia de “una variabilidad predeterminada” en la organización animal, es decir, los cambios estarían condicionados o limitados por algún tipo de reglas (“leyes”, en la terminología convencional). Incluso, podemos disponer de nuevos datos que nos hablan de algunas otras de las “regularidades” que buscábamos: recientemente (Weitz, J. S. et al., 2008) se ha podido conocer una pista sobre cuando los virus “deciden”, en la terminología de los autores, cuando se integran en el cromosoma (fase “lisogénica”) o cuando destruyen la célula (fase “lítica”). En un estudio realizado en fagos, han podido comprobar que la tendencia a utilizar la maquinaria celular para hacer copias de sí mismos, lo que acaba por destruir la célula, se produce cuando es un solo virus el que “infecta” la célula. La integración tiene lugar cuando son varios los virus que penetran.

Se podría decir que sólo nos falta una conexión para integrar todos estos datos con las observaciones del registro fósil: Los factores desencadenantes de estos procesos. Y también los hay. Como es conocido, a lo largo de la existencia de la vida en la Tierra, se han producido grandes extinciones asociadas a catástrofes ambientales de dimensiones variables y seguidas de grandes “radiaciones” de nuevas morfologías (Kemp, T. S., 1999). Para ilustrar las consecuencias de estos fenómenos, vamos a referirnos al más reciente porque es del que disponemos de una información más clara y abundante y citaremos, una vez más, la honesta descripción de la observación del registro fósil por parte de un científico prestigioso y nada sospechoso de heterodoxia: George Gaylord Simpson”: *“El mas asombroso acontecimiento en la historia de la vida sobre la Tierra, es el cambio que ocurrió del Mesozoico, edad de los reptiles, a la edad de los mamíferos. Parece como si el telón hubiese caído repentinamente sobre un escenario en el que todos los papeles habían sido desempeñados por los reptiles, especialmente los dinosaurios, en un número enorme y con una variedad sorprendente, y se hubiese vuelto a levantar inmediatamente para poner de manifiesto idéntica escenografía, pero con un reparto enteramente distinto”*. (Simpson et al., 57). La catástrofe ecológica producida por la caída de un gran meteorito ha sido suficientemente constatada. Pero hay más. Coincidiendo con esa catástrofe, se produjo una inversión de los polos magnéticos terrestres (Erickson, 1992; Mazur, S. et al., 2005) que dejó a la Tierra sometida a un intenso bombardeo de radiaciones solares. No parece necesario insistir sobre las condiciones que activan, tanto las movilizaciones de los elementos móviles, como las de los virus endógenos. El resultado es un fenómeno que desafía nuestra capacidad de imaginación, pero que se ajusta, que puede explicar, de una forma apoyada en datos existentes, las observaciones reales del registro fósil.

Parece necesario que los biólogos nos desprendamos de concepciones que pudiéramos denominar “populares” (como se “ve” en los dibujos animados) que han dominado la idea de la evolución. Entre otras cosas, porque no son biológicamente, es decir, en base a los procesos que conocemos, posibles. Tenemos que tomar conciencia de la enorme complejidad global del fenómeno que pretendemos estudiar científicamente. Si tenemos en cuenta los largos períodos de estasis por los que pasan las especies, es absurdo pretender que en un período geológico tan corto como el que representa el Paleoceno temprano, los mamíferos terrestres hayan vuelto al mar hasta convertirse, gradualmente, al azar y tras períodos de “estasis” más o menos largos, en ballenas y delfines, porque no hay tiempo para todo esto. Las morfologías animales no varían al azar, porque hay unos complejos de información genética llamados Homeoboxes que las controlan y hay procesos que explican la transición (la transformación) a la organización mamífero. Es decir, los cambios en los ecosistemas, por difíciles de “visualizar” que nos resulten (incluido el que esto escribe) son, como se ha observado en el registro fósil (Elredge, N, 1997; Beard, C., 2002), globales y simultáneos. También lo son, a menor escala, los cambios menores, como las especiaciones (Williamson, P. G., 1983; Kerr, R. A., 1995), producidos por estímulos de menor repercusión.

En definitiva, hemos de asumir que la acumulación de información sobre los fenómenos biológicos nos sitúa frente a una Naturaleza infinitamente más bella, poderosa y coherente que la

sórdida visión que nos “enseñó” la vieja mentalidad simplista, reduccionista, aleatoria y competitiva. Que la vida se desarrolla en medio de unas continuas y estrechas interacciones de los organismos entre sí y con el entorno, mediante el intercambio de información genética por transferencia horizontal de genes, para la cual también existen “hot spots”, es decir tendencias predeterminadas (Timakov et al., 2002; Medrano-Soto, et al., 2004), y mediante procesos de ajuste al entorno que producen una adaptaciones de una coherencia y eficacia extraordinarias. Que la vida se puede estudiar científicamente, que incluso se puede comprender. Y quizás así lleguemos a ser conscientes de que la Naturaleza es infinitamente más poderosa que nosotros. Que jamás la conseguiremos doblar ni vivir al margen de ella.

Pero también tenemos que detenernos a pensar sobre otra realidad que la Naturaleza ha puesto ante nuestros ojos. Vivimos literalmente inmersos en un mar de bacterias y virus. Sólo es necesario que consigamos provocar una catástrofe de suficientes dimensiones para desencadenar el siguiente paso.

### **Consideraciones finales**

La posibilidad de provocar una catástrofe de dimensiones imprevisibles por la manipulación de fenómenos no bien conocidos ni interpretados y sin capacidad de controlarlos realmente no es sólo una (terrible) conjetura. Lo planteamientos reduccionistas (antiguos) en que se basan esas manipulaciones están totalmente al margen de los conocimientos actuales. A la luz de la indescifrable complejidad con que se manifiesta la información genética, de la supeditación de ésta a las condiciones ambientales, de las actividades tan precisas, tan concretas de los virus... no tienen sentido las enormes “inversiones” destinadas por la industria farmacéutica a la búsqueda de “genes de interés comercial”, a la obtención de “patentes” para moléculas que, supuestamente controlan procesos complejos y multifactoriales. Ni el uso de virus, supuestamente “inactivados” para introducir, al azar, genes foráneos en los organismos, como el intento de producir cerdos transgénicos en los que se expresen inmunoglobulinas humanas con el fin de evitar el natural “rechazo hiperagudo” en “el futuro negocio”, según Wall Street Journal, de los xenotransplantes.

Ya hemos tenido indicios suficientes de estos peligros. La producción de L-triptófano (usado como suplemento dietético) mediante bacterias modificadas genéticamente produjo, en Estados Unidos, la muerte de 37 personas y más de 1.500 con daños permanentes, la muerte de pacientes sometidos a experimentos de terapia génica o el supuesto “contagio” de SIDA, de un paciente sometido a estos experimentos, deberían hacer pensar en el sentido y el peligro real de semejantes intentos. Y aquí me voy a atrever a someter al criterio del lector una información sobre un terrible indicio de estos peligros: Desde 1992 hasta 1999, el periodista Edward Hooper siguió el rastro de la aparición del SIDA hasta un laboratorio en Stanleyville en el interior del Congo, por entonces belga, en el que un equipo dirigido por el Dr. Hilary Koprowski, elaboró una vacuna contra la polio utilizando como sustrato riñones de chimpancé y macaco. El “ensayo” de esta vacuna activa tuvo lugar entre 1957 y 1960, mediante un método muy habitual “en aquellos tiempos”, la vacunación de más de un millón de niños en diversas “colonias” de la zona. Hooper fue vapuleado públicamente por una comisión de científicos que negaron rotundamente esa relación. Desde entonces, se han publicado varios “rigurosos” estudios que asociaban el origen del sida con mercados africanos en los que era práctica habitual la venta de carne de mono o, más recientemente, “retrasando” la fecha de aparición hasta el siglo XIX mediante un supuesto “reloj molecular” basado en la comparación

de cambios en las secuencias genéticas de virus. Lo que Hooper ni Koprowsky podían saber era que los mamíferos tenemos virus endógenos que se expresan en los linfocitos y que son responsables de la inmunodepresión materna durante el embarazo.

Las barreras de especie son un obstáculo natural para evitar el salto de virus de una especie a otra. Son necesarias unas condiciones extremas de estrés ambiental o unas manipulaciones totalmente antinaturales para que esto ocurra. Como, por ejemplo, que se consiguiera superar el “rechazo hiperagudo” en los xenotransplantes y que, con la supervivencia del paciente, se crearan las condiciones para la hibridación de nuevos virus incontrolables...

Es necesario detenerse a pensar sobre lo que hay realmente detrás de muchas supuestas soluciones a problemas inexistentes o mal diagnosticados, como la puesta en el mercado de millones de dosis de supuestas vacunas contra la “gripe aviar”, o las campañas de vacunación masiva contra un virus endógeno. Porque, como todos sabemos, “el Mercado” es el que dirige el destino de la Humanidad. Y ante “el Mercado”, ni la ética, ni la Ciencia, ni la verdad, tienen ningún poder.

Los biólogos, los científicos, tenemos ante nosotros una grave responsabilidad: Decidir si asistimos pasivamente al desenlace de esta aventura irresponsable, o si afrontamos la tarea de construir y transmitir a la sociedad una Biología realmente científica. Al servicio de la Humanidad.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ABDALLA, M. (2007). El principio de cooperación. En busca de una nueva racionalidad. Crimtales, Murcia

ABDALLA, M. (2006). La crisis latente del darwinismo. *Asclepio*, Vol. LVIII. Nº 1, 43-94.

AGO, H., KANAOKA, Y., IRIKURA, D., LAM, B.K., SHIMAMURA, T., AUSTEN, K.F. & MIYANO, M. (2007) Crystal structure of a human membrane protein involved in cysteinyl leukotriene biosynthesis. *Nature* **448**, 609–612.

ABIGAIL C. ALLWOOD, MALCOLM R. WALTER, BALZ S. KAMBER, CRAIG P. MARSHALL & IAN W. BURCH (2006). Stromatolite reef from the Early Archaean era of Australia *Nature* Vol **441**|8 June |doi:10.1038/nature04764

ADEREM, A. (2005). Systems Biology: Its Practice and Challenges *CELL* **Volume 121, Issue 4** , Pages 511-513

ARTHUR, W. (2006). Timeline: D'Arcy Thompson and the theory of transformations. *Nature Reviews Genetics* **7**, 401-406 (May 2006) | doi:10.1038/nrg1835

AYALA, F. J. (1999). La teoría de la evolución. De Darwin a los últimos avances de la genética. Temas de hoy. Madrid.

AYALA, F. J. (2007). Darwin's greatest discovery: Design without designer *PNAS* vol. **104**, 1 pp. 8567–8573.

- ARSUAGA, J. L. 2001. El enigma de la esfinge. Las causas, el curso y el propósito de la evolución. Plaza Janés. Barcelona.
- BALL, P. (2001). Ideas for a new biology. Nature science update. 12 Feb.
- BARABÁSI, A.-L. & OLTVAI, Z. N. (2004). Network biology: understanding the cell's functional organization. *Nature Reviews Genetics* **5**, 101-113; doi:10.1038/nrg1272
- BASCOMPTE, J., JORDANO, P. AND OLESEN, J. M. (2006): Asymmetric Coevolutionary Networks Facilitate Biodiversity Maintenance *Science* Vol **312** 21 pp.431-433
- BEARD, C. (2002). East of Eden at the Paleocene/Eocene Boundary. *Science* **295** N° 5562: 2028-2029.
- BECKER, P. B. (2006). Gene regulation: A finger on the mark. *Nature* **442**, 31-32
- BELL, P. J. 2001. Viral eukaryogenesis: was the ancestor of the nucleus a complex DNA virus? *Journal of Molecular Evolution* **53**(3): 251-256.
- BENETTI, R., GARCÍA-CAO, M. & BLASCO, M. (2007). Telomere length regulates the epigenetic status of mammalian telomeres and subtelomeres *Nature Genetics* Volume **39** (2): 243-250
- BEN JACOB, E, AHARONOV, Y. AND ASPIRA, Y. (2005). Bacteria harnessing complexity. *Biofilms*.**1**, 239- 263
- BENTON, M.J., WILLS, M.A. y HITCHIN, R. (2000). Quality of the fossil record through time. *Nature*, **403**: 535-537.
- BERGMAN, C. M. and BENSASSON, D. (2007). Recent LTR retrotransposon insertion contrasts with waves of non-LTR insertion since speciation in *Drosophila melanogaster*. *PNAS*, vol. **104** no. 27, 11340-11345
- BORNHOLDT, S. (2005). Less Is More in Modeling Large Genetic Networks. *Science* **310**, 451
- BRITTEN, R. J. (2004). Coding sequences of functioning human genes derived entirely from mobile element sequences *PNAS* vol. **101** no. 48, 16825–16830
- BYERS, J. A. and WAITS, L. (2006).** Good genes and sexual selection in nature. *PNAS* vol. **103** no. 44, 16343-16345
- CARROLL, R. L. (2000). Towards a new evolutionary synthesis. *TREE*, Vol. **15**, N° 1:27-32.
- CASINOS, A. (1986). Prólogo de Filosofía zoológica. Alta Fulla, Barcelona.
- CELA CONDE, C. J. Y AYALA, F. J. Senderos de la evolución humana, Madrid, Alianza, 2001
- CHAUVIN, R. (2000). Darwinismo: El Fin de un Mito. Espasa Calpe, Madrid
- COHEN, J. (2008). HIV Gets By With a Lot of Help From Human Host. *Science* Vol. 319.no.5860,pp.143-144.
- CULLEY, A. I., ANDREW S. LANG, A. S. AND SUTTLE, C. A. (2006). Metagenomic Analysis of

CROPLEY, J. E., SUTER, C. M., BECKMAN, K. B. and MARTIN, D. I. K. (2006). Germ-line epigenetic modification of the murine *A<sup>y</sup>* allele by nutritional supplementation. *PNAS* vol. **103** no. 46, 17308-17312

DAVIES, J. (2006). Are antibiotics naturally antibiotics? *J Ind Microbiol Biotechnol.* **33**: 496–499

DARWIN, CH.R. (1859): "*On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*". Versión española: "El Origen de las Especies". Akal, 1998.

DARWIN, CH.R. (1871): "*The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*". Versión española: "El Origen del Hombre". Ediciones Petronio. Barcelona. 1973.

DARWIN, CH.R. (1876): "*Autobiografía y cartas escogidas*". Selección de Francis Darwin. Alianza Editorial. Madrid. 1997.

DAWKINS, R. (1975): "*The Selfish Gene*". Oxford University Press. Versión española: "El Gen Egoísta" Biblioteca Científica Salvat. 1993. Barcelona.

DEVILLERS, Ch. y CHARLINE, J. (1993): *Evolution. An Evolving Theory*. Berlin Heidelberg. (Springer-Verlag).

DOBZHANSKY, TH. (1951). *Genetics and the origin of species*. Columbia University Press. New York.

ELDREDGE, N. (1997). *Síntesis inacabada*. Fondo de cultura económica. México.

ENSERINK, M. (2007). Selfish Genes Could Help Disease-Free Mosquitoes Spread. *Science* Vol. **315**. no. 5820, pp. 1777 - 1778

ERICKSON, J. (1992). *La extinción de las especies*. McGraw-Hill

FEDOROV, A., ROY, S. FEDOROVA, L. & GILBERT, W. (2003). Mystery of Intron Gain. *Genetics Research* **13**: 2236-2241.

FERNÁNDEZ, J. (1983). Prólogo al "Origen de las especies" Akal. Madrid.

FERGUSON-SMITH, A. C. & GREALLY, J. M. (2007). Epigenetics: Perceptive enzymes. *Nature* **449**, 148-149

FLAWELL, A. J. (1999). Long terminal repeat retrotransposons jump between species. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **91** (22): 12211-12212.

**FLORES, M., LUCÍA MORALES, CLAUDIA GONZAGA-JAUREGUI, ROCÍO DOMÍNGUEZ-VIDAÑA, CINTHYA ZEPEDA, OMAR YAÑEZ, MARÍA GUTIÉRREZ, TZITZIKI LEMUS, DAVID VALLE, MA. CARMEN AVILA, DANIEL BLANCO, SOFÍA MEDINA-RUIZ, KARLA MEZA, ERANDI AYALA, DELFINO GARCÍA, PATRICIA BUSTOS, VÍCTOR GONZÁLEZ, LOURDES GIRARD, TERESA TUSIE-LUNA, GUILLERMO DÁVILA, AND RAFAEL PALACIOS. (2007). Recurrent DNA inversion rearrangements in the human genome. *PNAS*, vol. **104** no. 15 6099-6106**

FRAGA, M. F., ESTEBAN BALLESTAR, MARIA F. PAZ, SANTIAGO ROPER, FERNANDO SETIEN, MARIA L. BALLESTAR, DAMIA HEINE-SUÑER, JUAN C. CIGUDOSA, MIGUEL URIOSTE, JAVIER BENITEZ, MANUEL BOIX-CHORNET, ABEL SANCHEZ-AGUILERA,

CHARLOTTE LING, EMMA CARLSSON, PERNILLE POULSEN, ALLAN VAAG, ZARKO STEPHAN, TIM D. SPECTOR, YUE-ZHONG WU, CHRISTOPH PLASS, AND MANEL ESTELLER. (2006). Epigenetic differences arise during the lifetime of monozygotic twins. *PNAS* vol. **102**, no. 30, 10604–10609

GALERA, A. (2002). Modelos evolutivos predarwinistas. *Arbor*. N° 677 Pp. 1-16.

GARCIA-FERNÁNDEZ, J. (2005). The genesis and evolution of homeobox gene clusters. *Nature Reviews Genetics* Volume **6**, 881-892.

GAVIN, A.C. et al., (2002). Functional organization of the yeast proteome by systematic analysis of protein complexes. *Nature*, **415**: 141-147.

GEE, H. (2000). Of Goethe, genomes and how babies are made. *Nature science update*. 10 Feb.

GERSTEIN, M. K., BRUCE, C., ROZOWSKY, J.S., ZHENG, D., JAN, J-D., KORBEL, O., EMANUELSSON, O., ZHANG, Z.D., WEISSMAN, S. and SNYDER, M. (2007). What is a gene, post-ENCODE? History and updated definition. *Genome Res.* **17**: 669-681

GILBERT, S. F., OPITZ, J. M. & RAFF, R. A. (1996). Resynthesizing Evolutionary and Developmental Biology. *DEVELOPMENTAL BIOLOGY* **173**, 357-372.

GOLDENFELD, N. and WOESE, C. (2007). Biology's next revolution. *Nature* **445**, 369.

GOLDSCHMIDT, E. 1940. The material basis of evolution. Yale University Press.

GUERRERO, R. PIQUERAS, M. y BERLANGA, M. (2002). Microbial mats and the search for minimal ecosystems. *Int Microbiol* **5**: 177–188

GUO, J., and XIN, H. (2006). CHINESE GENE THERAPY: Splicing Out the West? *Science*, Vol. **314**. no. 5803, pp. 1232 - 1235

GU, X., WANG, Y. & GU, J. 2002. Age distribution of human gene families shows significant roles of both large and small-scale duplications in vertebrate evolution. *Nature Genetics* **32** (2): 205-209.

HALDANE, J. B. S. (1924). A mathematical theory of natural and artificial selection. *I. Trans. Camb. Philos. Soc.* **23**:19-41.



- HALL, B. K. (2003). Evo-Devo: evolutionary developmental mechanisms. *Int. J. Dev. Biol.* **47**: 491-495
- HAMILTON, G. (2006). Virology: The gene weavers. *Nature* 441, 683-685.
- HAN, J-H., STEVEN A. KUSHNER, ADELAIDE P. YIU, CHRISTY J. COLE, ANNA MATYNIA, ROBERT A. BROWN, RACHAEL L. NEVE, JOHN F. GUZOWSKI, ALCINO J. SILVA, SHEENA A. JOSSELYN (2007). Neuronal Competition and Selection During Memory Formation. *Science* Vol. 316. no. 5823, pp. 457 – 460.
- HAUERT, C., FRANZISKA MICHOR, MARTIN A. NOWAK AND MICHAEL DOEBELI** (2006). Synergy and discounting of cooperation in social dilemmas. *J. Theo. Biol.* **21;239**(2):195-202.
- HARRIS, C.L. (1985): "*Evolución. Génesis y revelaciones*". Hermann Blume. Madrid.
- HEMLEBEN, J. (1971): "*Darwin*". Alianza Editorial. Madrid.
- HIGGS, D. R. and WOOD, W. G. (2008). Genetic complexity in sickle cell disease *PNAS* vol. **105** no. 33 11595-11596
- HOYLE, A. 1982. Evolution from space. University College Cardiff Press.
- HUNT, G. (2007). The relative importance of directional change, random walks, and stasis in the evolution of fossil lineages. *PNAS* vol. **104** no. 47, 18404–18408
- HO, Y, et al., 2002. Systematic identification of protein complexes in *Saccharomyces cerevisiae* by mass spectrometry. *Nature*, **415**: 180-183.
- KHARE, A AND SHAULSKY, G. (2006). First among equals: competition between genetically identical cells. *Nature Reviews Genetics* Volume **7**, 577
- KEMP, T.S. (1999). Fossils and Evolution. Oxford University Press.
- KERR, R. A. (1995). Did Darwin get it All Right? *Science*. **267**: 1421.
- KNIGHT, J. (2002). Physics meets biology: Bridging the culture gap. *Nature*, **419**: 244-246.
- KONDO, T.; ZAKAUY, J.; INNIS, J.W. & DUBOULE, D. (1997). Of fingers, toes and penises. *Nature*. **390**: 29.
- LACHMANN, M. and JABLONKA, E. (1996). The Inheritance of Phenotypes. An Adaptation to Fluctuating Environments. *J Theor Biol* **181**, 1-9
- LAMARCK, J.B. de M. (1809): "*Filosofía Zoológica*". Editorial Alta Fulla. 1986.
- LI, C. M. and KLEVECZ, R. R. (2006). A rapid genome-scale response of the transcriptional

oscillator to perturbation reveals a period-doubling path to phenotypic change. *PNAS* vol. **103** no. 44 16254–16259

LIVINGSTONE BELL P. J. (2006). Sex and the eukaryotic cell cycle is consistent with a viral ancestry for the eukaryotic nucleus. *Journal of Theoretical Biology* vol. **243**, no1, pp. 54-63

LÖNNIG, W-L. (2003) *Biston betularia*: Where do 99.9% of the peppered moths rest by day according to all the known data - or where do they not rest? [internetlibrary.html](http://internetlibrary.html)

LÖNNIG, W.W. & SAEDLER, H. 2003. Chromosome Rearrangements and Transposable Elements. *Annual Reviews of Genetics* **36** (1): 389-416.

**LOZUPONE, C. A. and KNIGHT, R. (2007).** Global patterns in bacterial diversity. *PNAS* vol. **104** no. 27, 11436-11440

MALTHUS, T. R. (1798) *An Essay on the Principle of Population*. Ensayo sobre el principio de la población. Editorial Claridad. 1997

MATTICK, J.S. (2003). Challenging the Dogma: the hidden layer of non-protein-coding RNAs in complex organisms. *Bio Essays* **25**: 930-935.

MAYR, E. (1997). The establishment of evolutionary biology as a discrete biological discipline. *BioEssays*, **19** (3): 263-266.

MAZUR, S., SCHECK-WENDEROTH, M. AND KRZYWIEC, P. (2005). Different modes of the Late Cretaceous–Early Tertiary inversion in the North German and Polish basins. *International Journal of Earth Sciences*, Vol. **94**, Numbers 5-6 . PP. 782-798\_\_

McLYSAGHT, A. et al. (2002). Extensive genomic duplication during early chordate evolution. *Nature Genetics* **31** (2): 200-204.

MICHOR, F. y NOWAK, M. A. 2002. Evolution: The good, the bad and the lonely. *Nature*, **419**: 677-679.

MEDRANO-SOTO, A., MORENO-HAGELSIEB, G., VINUESA, P., CHRISTEN, J. A. & COLLADO-VIDES, J. (2004). Successful Lateral Transfer Requires Codon Usage Compatibility Between Foreign Genes and Recipient Genomes. *Molecular Biology and Evolution* **21**(10): 1884-1899.

MILNER, R. (1995). *Diccionario de la evolución*. Bibliograf, Barcelona

MIVART, St. G. (1871). On the génesis of species. Macmillan & Co., Londres.

MORENO, M. (2002). Botánica y evolución. *Arbor* **677**: 59-99.

MORRIS, S. C. (2000). The Cambrian "explosion": Slow-fuse or megatonnage?. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. Vol. **97**, Issue 9, 4426-4429.

MULLEY, J. F., CHI-HUA C. and HOLLAND, P. W. H. (2006). Breakup of a homeobox cluster after genome duplication in teleosts. *PNAS* vol. **103** no. 27, 10369-10372

MUSE, G. H., GILCHRIST, D. A., NECHAEV, S., SHAH, R. , PARKER, J. S. , GRISSOM, S. F., ZEITLINGER, J. & ADELMAN, K. (2007) RNA polymerase is poised for activation across the

genome. *Nature Genetics* 39, 1507 - 1511

MULLIGAN, M. K., PONOMAREV, I., HITZEMANN, R., BELKNAP, J. K., TABAKOFF, B., HARRIS, R. A., CRABBE, J. C., BLEDNOV, Y. A., GRAHAME, N. J., PHILLIPS, T. J., FINN, D. A., HOFFMAN, P. L., IYER, V. R., KOOB, G. F. AND BERGESON, S. E. (2006). Toward understanding the genetics of alcohol drinking through transcriptome meta-analysis. *PNAS* vol. **103** no. 16 6368-6373

PAN, Q., OFER SHAI, LEO J LEE, BRENDAN J FREY & BENJAMIN J BLENCOWE. (2008). Deep surveying of alternative splicing complexity in the human transcriptome by high-throughput sequencing. *Nature Genetics*  
Published online: 2 November 2008 | doi:10.1038/ng.259

PEARSON, H. (2006). Genetics: What is a gene? *Nature* **441**, 398-401

PIERCE, S.K., MASSEY, S.E., HANTEN, J.J. & CURTIS, N.E. (2003). Horizontal Transfer of Functional Nuclear Genes Between Multicellular Organisms. *Biological Bulletin* **204**: 237-240.

PRABHAKAR, S. AND VISEL, A. (2008). Human-Specific Gain of Function in a Developmental Enhancer. *Science* Vol. **321**. no. 5894, pp. 1346 - 1350

PROKOPH, A., FOWLER, A.D. y PATTERSON, R.T. (2000). Evidence for periodicity and nonlinearity in a high-resolution fossil record of long-term evolution. *Geology*, Vol. **28**; N° 10: 867-870.

PROULX, S. R., PROMISLOW, D. E. L. AND PHILLIPS, P. C. (2005). Network thinking in ecology and Evolution. *Trends in Ecology and Evolution* Vol.**20** No.6 June 2005  
doi:10.1016/j.tree.2005.04.004

REIK, W. (2007). Stability and flexibility of epigenetic gene regulation in mammalian development. *Nature* **447**, 425-432

RICHARDS, E. J. (2006). Opinion: Inherited epigenetic variation — revisiting soft inheritance. *Nature Reviews Genetics* **7**, 395-401

RONSHAUGEN, M., MCGINNIS, N. & MCGINNIS, W. (2002). Hox protein mutation and macroevolution of the insect body plan. *Nature* **415**, 914-917

RUSSELL, B. (1935). *Religion and Science*. Oxford Univ. Press. New York.

SANDÍN, M. (1997). Teoría Sintética: Crisis y Revolución. *Arbor*. N° **623-624**. Pp. 269-303.

SANDÍN, M. (2002). Una nueva Biología para una nueva sociedad. *POLÍTICA Y SOCIEDAD* Vol **39**, N° 3.

SANDÍN, M. (2005). La transformación de la evolución. *Boletín de la Real Sociedad Española de*

*Historia Natural. Sección Biológica.* Tomo **100**(1-4), 139-167.

SCHAEFER, C. B., T. OOI, S. K., BESTOR, T. H. AND BOURC'HIS, D. (2007). Epigenetic Decisions in Mammalian Germ Cells. *Science* Vol. 316. no. 5823, pp. 398 - 399

**SAUER, U., HEINEMANN, M. and ZAMBONI, N. (2007).** Getting Closer to the Whole Picture. *Science* Vol. 316. no. 5824, pp. 550 - 551

SCHEFER, M. et al., 2001. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*, **413**: 591-596.

SHAPIRO, J. A. (2007). Bacteria are small but not stupid: cognition, natural genetic engineering and socio-bacteriology. *Stud. Hist. Phil. Biol. & Biomed. Sci.* **38**, 807–819

SCHINDEWOLF, O. (1993). *Basic Questions in Paleontology: Geologic Time, Organic Evolution and Biological Systematics.* The University of Chicago Press. Chicago.

SCHAWALDER, J., PARIC, E. & NEFF, N.F. (2003). Telomere and ribosomal DNA repeats are chromosomal target of the bloom syndrome DNA helicase. *BioMed Central Cell Biology* **4**: 11.

SAN PEDRO, J.L. (2002). *"El mercado y la globalización"*. Destino. Madrid.

SMITH, A. (1776). Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones. Fondo De Cultura Económica. 1996.

SUTTLE, C. A. (2005). Viruses in the sea. *Nature* **437**, 356-361

SHUTT, T. E. AND GRAY, M. W. (2006). Bacteriophage origins of mitochondrial replication and transcription proteins. *Trends in Genetics* Vol.**22** No.2, 92-95

SLOTKIN, R. K. AND MARTIENSSEN, R. (2007). Transposable elements and the epigenetic regulation of the genome. *Nature Reviews Genetics* **8**, 272-285

**SZATHMÁRY, E. (2006).** Darwin for All Seasons. *Science* Vol. 313. no. 5785, pp. 306 - 307

SMITH, A. (1776). La riqueza de las naciones (An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations) MetaLibri Digital Library

STUMPF, M. A. & MCVEAN, G. A. T. (2003). Estimating recombination rates from population-genetic data. *Nature Reviews Genetics* **4**, 959-968

TAMKUN, J. W. (2007). Stalled polymerases and transcriptional regulation. *Nature Genetics* **39**, 1421 – 1422

THE HUMAN GENOME SEQUENCING CONSORTIUM. 2001. Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature* **409**: 860-921.

TIMAKOV, B., LIU, X., TURGUT, I. & ZHANG, P. (2002). Timing and Targeting of *P*-Element Local

Transposition in the Male Germline Cells of *Drosophila melanogaster*. *Genetics* **160**: 1011-1022.

UNITED NATIONS DRUG CONTROL PROGRAM, Report of the International Narcotics Control Board for 1999, E/INCB/1999/1 United Nations, Vienna 1999.

VILLAREAL, L.P. & DE FILIPPIS, V.R. (2000). A Hypothesis for DNA Viruses as the Origin of Eukaryotic Replication Proteins. *Journal of Virology* **74** (15): 7079-7084.

VILLARREAL, L. P. (2004). *Viruses and the Evolution of Life*. ASM Press, Washington.

VON BERTALANFFY, K. L. (1968). *General System theory: Foundations, Development, Applications*, New York: George Braziller, revised edition 1976.

VON STERNBERG, R. (2002). On the Roles of Repetitive DNA Elements in the context of a Unified Genomic-Epigenetic System. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **981**: 154-188.

WAGNER, G. P., AMEMIYA, C. AND RUDDLE, F. (2003). Hox cluster duplications and the opportunity for evolutionary novelties. *PNAS* vol.100 no. **25**, 14603–14606

WEBB, J. S., GIVSKOV, M. AND KJELLEBERG, S. (2003). Bacterial biofilms: prokaryotic adventures in multicellularity. *Current Opinion in Microbiology* **6**:578–585

**WILLIAMSON, K.E., WOMMACK, K.E. AND RADOSEVICH, M. (2003)**. Sampling Natural Viral Communities from Soil for Culture-Independent Analyses. *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. **69**, No. 11, p. 6628-6633

WORKMAN, C. T., MAK, H. C., MCCUINE, S., TAGNE, J-B., AGARWAL, M., OZIER, O. BEGLEY, T. J., SAMSON, L. D., IDEKER, L. T. (2006). A Systems Approach to Mapping DNA Damage Response Pathways. *Science* Vol. 312. no. 5776, pp. 1054 - 1059

**WEITZ, J.S., MILEYKO, Y., JOH, R. J. and VOIT, E. O. (2008)**. Collective Decision Making in Bacterial Viruses. *Biophysical Journal* **95**:2673-2680

WELLS, J. (1999). Second Thoughts about Peppered Moths This classical story of evolution by natural selection needs revising. *The Scientist*, Vol:**13**, N° 11, p. 13

WESSLER, S. R. (2006): Transposable elements and the evolution of eukaryotic genomes. *PNAS* vol. **103** no. 47 17600-17601

WILLIAMSON, P.G. (1983). Speciation in molluscs from Turkana Basin. *Nature*, **302**: 659-663.

WOESE, C. R. (2002). On the evolution of cells. *PNAS* vol. **99** no. 13, 8742-8747.

XIANG, D-B., CHEN, Z-T., WANG, D., LI, M-X.XIE, J-Y., ZHANG, Y-S., QING, Y., LI, Z-P. AND XIE, J. (2008). Chimeric adenoviral vector Ad5/F35-mediated APE1 siRNA enhances sensitivity of human colorectal cancer cells to radiotherapy *in vitro* and *in vivo*. *Cancer Gene Therapy* **15**, 625–635

YOUNG, R.M. (1973). "The historiographic and ideological contexts of the nineteenth-century debate on man's place in nature". En "Changing perspectives in the history of Science". Ed. M. Teich and R.M. Young. Reidel: Boston.

ZILLIG, W. y ARNOLD, H. P. (1999). Sur la piste des virus primordiaux. *La Recherche* **317**:26-29.

# LA TRANSFORMACIÓN DE LA EVOLUCIÓN

**Máximo Sandín**

Departamento de Biología. Universidad Autónoma de Madrid

*Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Biológica.*  
*Tomo 100(1-4), 139-167. 2005*

## **Resumen**

La Biología se encuentra en una situación que resulta contradictoria, no sólo con las reglas más básicas de la práctica científica, sino con el más elemental sentido común. Los progresos en el conocimiento de la naturaleza, el control y la regulación de la información genética han puesto de manifiesto unos fenómenos de una enorme complejidad. Unas redes de interacciones radicalmente diferentes de las antiguas concepciones elaboradas a partir de inferencias indirectas y suposiciones derivadas del desconocimiento de los procesos subyacentes a la construcción y variabilidad de los organismos. Sin embargo, en las revistas científicas y en el ámbito académico se continúan empleando los términos, conceptos e interpretaciones de los fenómenos biológicos basados directamente en las antiguas simplificaciones, que se han mostrado definitivamente erróneas, como si fueran “descripciones objetivas de la realidad”.

La incongruencia que resulta de intentar explicar hechos de una gran complejidad mediante conceptos elaborados para explicar procesos muy simples sólo puede conducir a nuestra disciplina a una gran confusión.

Ante esta situación, parece razonable insistir en la necesidad de elaborar una base teórica sustentada en datos reales (no en hipótesis), que sea capaz de integrar y explicar coherentemente, científicamente, los fenómenos y los procesos biológicos pasados y, como consecuencia, haga posible una mejor comprensión de los actuales.

**Palabras clave:** Evolución, genética, virus, elementos móviles.

## **THE TRANSFORMATION OF EVOLUTION**

### **Abstract**

Biology is facing a contradictory situation, not only in relation with the most basic scientific rules, but with the most elementary common sense. Progress in understanding the nature, control and regulation of genetic information has revealed processes of enormous complexity. An interactive network radically different from the old conception, which was based on indirect inferences and assumptions derived from the lack of knowledge of the rationale behind the construction and variability of organisms.

However, terms, concepts and interpretations directly based in old simplifications (proved to be definitely erroneous) are still used as “objective descriptions of reality” inside the academy and in scientific journals.

The incongruity resulting from try to explain facts with a huge complexity by means of

concepts elaborated to explain very simple process only can lead to our discipline into a big confusion.

At this point it seems reasonable to insist in the need of a new theoretical framework, not founded on hypothesis but on real data. A theoretical framework able to coherently integrate, and scientifically explain, the biological processes of the past and therefore, able to provide a better understanding of the present ones.

**Keywords:** Evolution, genetics, virus, mobile elements.

*Es más fácil desintegrar un átomo que un preconceito.*

Albert Einstein (1879-1955)

### **El fin del principio**

A juzgar por los editoriales, comentarios y noticias de las más prestigiosas revistas científicas, no parece excesivo concluir que la Biología se encuentra en el momento más trascendental y prometedor de su historia desde su nacimiento como disciplina científica, es decir, desde que se concibió como un conjunto de conocimientos articulados en torno a una base teórica unificadora capaz de explicarlos e interrelacionarlos.

Durante los pasados diez años, pero especialmente en los dos últimos, se han producido descubrimientos sobre la naturaleza, el control y la regulación de la información genética que, por fin, nos van a permitir a los biólogos sustituir una base teórica (la Teoría Sintética de la evolución) elaborada sobre asunciones, suposiciones e hipótesis inferidas de lo que constituía una “caja negra” (el desconocimiento de los fenómenos subyacentes a la variabilidad biológica observable) por una verdadera teoría científica, es decir, formulada a partir de hechos y procesos verificables experimentalmente. Una base teórica que nos pueda permitir, si no establecer predicciones de una extremada precisión, al menos, profundizar realmente en la comprensión del cómo y el porqué de fenómenos biológicos (especialmente, “los hechos fundamentales de la evolución”) cuyas supuestas explicaciones han constituido para muchos científicos de gran prestigio (Grassé, 1977; Crick, 1981; Eldredge, 1985; Lewontin, 1993) una fuente de insatisfacción y de discrepancias, sólidamente argumentadas pero sepultadas por las “creencias mayoritarias” y nunca resueltas, que han llevado a la Biología a un penoso estado de inconsistencia (más aún, inexistencia) teórica.

Con lo que se anunció como la finalización de la secuenciación de lo que se consideraba los genomas completos, (es decir, los genes codificadores de proteínas), especialmente los de organismos multicelulares, se pusieron de manifiesto unos fenómenos que han sido, con frecuencia, calificados por sus propios descubridores de “sorprendentes” o de “no consistentes con lo asumido previamente”: La extremada conservación de secuencias génicas fundamentales entre organismos muy distantes filogenéticamente, la ausencia de correlación entre la complejidad de los organismos y el número de genes codificadores de proteínas, los variados y sofisticados procesos de regulación de la expresión génica... han modificado de una forma radical el concepto de información genética. Así lo resume E. Pennisi (2004) desde la revista *Science*: *Los genes, piedra angular del desarrollo y funcionamiento de los organismos, no pueden explicar por sí solos qué hace a las vacas vacas y maíz al maíz. Los mismos genes se han manifestado en organismos tan diferentes como, digamos, ratón y medusa. Es más, nuevos hallazgos de una variedad de*



*investigadores han puesto en claro que es el exquisito control por el genoma de la actividad de cada gen –y no los genes per se- lo que más importa.*

Si esto es una interpretación ajustada a la realidad, todas las creencias previas sobre los procesos responsables del funcionamiento, la variabilidad y la construcción de los organismos habrían de ser descartados. Veamos, pues, en qué datos concretos se basan estas desestabilizadoras afirmaciones.

## **La Nueva Genética**

Los vertiginosos avances en las técnicas de observación y la creciente acumulación de información que han producido han modificado de un modo sustancial la mayoría de las concepciones asumidas sobre la naturaleza y la responsabilidad de las distintas moléculas implicadas en la información genética. Para ofrecer una visión de conjunto que permita hacerse una idea sobre la dimensión de este cambio, puede ser ilustrativa una exposición muy resumida y seguramente, simplificada, de esta nueva información.

Desde el punto de vista morfológico, las técnicas de microfilmación han permitido la observación del ADN nuclear de células vivas en tiempo real: *Gasser y sus colegas han mostrado la molécula girando como un danzarín demoníaco. Para Gasser la imagen icónica del ADN como una doble hélice estática es algo pasado. /.../ La molécula se creía formando íntimas relaciones con proteínas que le ayudaban a empaquetarse y a disparar y reprimir la actividad de los genes. Hasta recientemente, esas relaciones se creían fundamentalmente fijas o cambiantes sólo ligeramente con el tiempo. Pero la idea ha colapsado. /.../ Los vídeos resultantes han expuesto un inesperado barullo en la actividad de proteínas pululando alrededor del ADN. “Esto ha cambiado la forma en que pensábamos sobre el núcleo” dice Tom Misteli del Instituto Nacional del Cáncer en Bethesda.* (Pearson, 2003).

El aspecto estructural no ha resultado menos sorprendente y contradictorio con las asunciones previas. Las sorpresas comenzaron con lo que se anunció como la secuenciación completa del genoma humano (Laender et al., 2001): Hasta un 45% de éste se mostró constituido por elementos móviles, aproximadamente un 10% por virus endógenos y *mucho del restante ADN único debe de haber derivado también de copias de antiguos elementos transponibles que han divergido demasiado para ser reconocibles como tales* (The Human Genome Consortium, 2001). Pero las secuenciaciones de distintos genomas animales han puesto de manifiesto que lo que se consideraba “el genoma”, es decir el conjunto de genes codificadores de proteínas, tiene una pobre correlación con la complejidad de los organismos. Por ejemplo, el nematodo *C. elegans* (formado por unas 1000 células) tiene unos 19000 “genes”, casi un 50% más que los insectos (unos 13500) y cercano al número de los seres humanos, que se ha estimado recientemente (Stein, 2004) entre 20000 y 25000. Por otra parte, las diferencias en genes codificadores de proteínas y de las proteínas en su conjunto entre grupos filogenéticos coherentes (mamíferos, aves, peces...) son mínimas. Por ejemplo, sobre el 99% de los genes de humanos están compartidos con el ratón (Mouse Genome Sequencing Consortium, 2002), muchos de ellos están conservados en otros taxones, incluidas las plantas (The *Arabidopsis* Genome Initiative, 2000) y los implicados en los procesos celulares básicos están presentes en las eucariotas. Todo esto ha puesto de manifiesto que el origen de las diferencias en complejidad y morfología reside en lo que la anterior concepción de la información genética denominaba “ADN basura”, es decir, secuencias no codificadoras de proteínas que en el hombre constituyen el 98,5% del genoma en su totalidad, es decir, del verdadero genoma y formados por “ADN intergénico”, es decir, intrones, elementos móviles y una variedad de secuencias repetidas en mayor o menor medida (Taft y Mattick, 2003). Entre estas, un reciente descubrimiento muy significativo (Bejerano et al., 2004) son los “elementos ultraconservados” constituidos por 481 regiones del ADN que se han mantenido sin cambios en los genomas humano del perro y del pollo. Dos terceras partes se conservan en peces pero no se han encontrado en invertebrados como *Drosophila* y *Caenorhabditis*.

Pero quizás, la subversión más radical de las concepciones previas es la que se ha producido con respecto al carácter funcional de los genomas porque, como señala Pennisi, ha modificado totalmente el concepto de “información genética”.

La idea de gen como “unidad de información genética” ha sido abolida por las observaciones sobre los mecanismos de control de la expresión génica. Por una parte, la mayoría de los genes (en el hombre más del 64%) están formados por tramos de ADN de mayor o menor dimensión (los exones) interrumpidos por largos segmentos no codificadores de proteínas (los intrones). Cuando la secuencia completa se transcribe a ARN, los tramos no codificadores se separan de ésta. El proceso conocido como *splicing* alternativo consiste en que se pueden ligar diferentes exones y se pueden intercambiar con lo que se pueden obtener muchas proteínas diferentes a partir de “un gen”. En casos de genes con un gran número de exones el número puede ser enorme (del orden de decenas de miles). Dentro de este proceso existe, además, un *splicing* alternativo postranscripcional, entre los diferentes transcritos primarios, lo que multiplica las posibilidades combinatorias y como consecuencia las proteínas disponibles. Pero estas variantes no son, en absoluto, resultado de combinaciones aleatorias, sino que están involucradas en fenómenos de señalización, comunicación celular, desarrollo y apoptosis (Liu y Altman, 2003) están reguladas temporal y espacialmente en las distintas células, tejidos y órganos (Xu et al., 2002) en relación con las condiciones del ambiente celular (Herber y Rich, 1999).

Sin embargo, esta drástica descalificación de la antigua Genética no es más que un aspecto parcial de un fenómeno más amplio y mucho más complejo. Miles de moléculas de ARN de entre 21 y 25 nucleósidos, cuyo origen está en las secuencias repetidas de los genomas, en elementos móviles y en virus endógenos (Reinhart et al., 2002; Pfeffer et al., 2004; Marjori y Birchler, 2005) (lo que se denominaba “ADN intergénico” o “ADN basura”), controlan la expresión de los genes codificadores de proteínas, así como las interacciones ARN-ADN, ADN-ADN Y ADN-proteínas (Mattick, 2001), mediante complejos fenómenos que incluyen metilación, transfección, *imprinting*, ARN de interferencia, cosupresión y silenciamiento transgénico (Mattick y Gagen, 2001; Vitali et al., 2003). Las “poblaciones” de microARNs son específicas de cada tipo de célula y tejido en cada momento (Sempere et al., 2004; Houbaviy et al., 2003) y constituyen una red de control y comunicación que integra procesos de transcripción y regulación en distintos niveles como son: transcripción específica de cada tejido (Bartel, 2004; Bartel y Chen, 2004), mecanismos de respuesta al ambiente mediante control del *splicing* alternativo o procesos epigenéticos de silenciamiento o activación (Mattick, 2003, 2004) y control del desarrollo embrionario mediante regulación de genes *HOX* (Yekta et al., 2004; John, B. et al., 2004; Ronemus y Martienssen, 2005) en el que, entre otros, están involucrados microARNs codificados por los “elementos ultraconservados” (Bejerano et al., 2004; Iwama y Gojobori, 2004; Woolfe et al., 2005).

Dentro de esta red de interacciones, cuya complejidad era inimaginable hasta hace muy poco tiempo, el control de la expresión génica por la totalidad del genoma (condicionado, a su vez, por las circunstancias ambientales) es tal que *No podemos predecir la expresión de un gen mirando simplemente su secuencia* (Pennisi, 2004). Es más, ni siquiera el concepto de dominancia-recesividad ha resistido a los nuevos descubrimientos ya que ha resultado ser *un subproducto del metabolismo y la fisiología* (Rapp et al., 2003) en el que en el efecto de la “dosis génica” están implicadas activaciones y desactivaciones originadas por la inserción de elementos móviles (Veitia, 2004).

En definitiva, la “nueva Genética”, es decir, la basada en observaciones reales sobre los procesos de control y regulación de la expresión génica se ha mostrado radicalmente diferente de la “Genética de la caja negra” que conectaba directa y unívocamente rasgos fenotípicos complejos con genes discretos y *sigue tratando los rasgos poligénicos de una manera estadística, como si fueran el resultado de efectos aditivos de un gran número de genes esencialmente equivalentes* (Carroll, 2000). Frente a la vieja concepción de los genes como “unidades de información genética” rígidamente determinadas en el ADN, cambiantes “al azar” y aisladas del ambiente, la información genética ha resultado ser el producto de complejas redes de procesamiento y comunicación, con

unos patrones básicos extremadamente conservados en las que están relacionados multitud de componentes y cuyo resultado final está condicionado por el estado del ambiente celular y es dependiente, por tanto, del ambiente externo. *De acuerdo con el dogma básico de la biología molecular, el ADN es el depositario último de la complejidad biológica. De hecho, esta generalmente aceptado que el almacenamiento de la información, el procesamiento de la información y la ejecución de varios programas celulares reside en distintos niveles de organización: el genoma, el transcriptoma, el proteoma y el metaboloma de la célula. No obstante, la distinción entre esos niveles organizacionales ha caído bajo el fuego. Por ejemplo, mientras la información a largo plazo está almacenada casi exclusivamente en el genoma, el proteoma es crucial para el almacenamiento de la información a corto plazo y la información controlada por factores de transcripción está fuertemente influida por el estado del metaboloma. Esta integración de distintos niveles organizativos nos fuerza crecientemente a ver las funciones celulares como distribuidas entre grupos de componentes heterogéneos, todos los cuales interactúan dentro de una gran red.* (Oltvai y Barabasi, 2002)

### **De la inercia a la obstrucción**

A la luz de toda esta nueva información, no es necesaria una argumentación muy elaborada para llegar a la conclusión de que los conceptos, los términos y las hipótesis teóricas de la Genética de poblaciones pueden ser descartados como método de estudio de la evolución. No estamos hablando de un problema menor, porque se trata de la única base empírica existente de la teoría evolutiva admitida actualmente por la inmensa mayoría de la comunidad científica. Si recordamos sus fundamentos (Cabrera y Camacho, 2002): *La evolución biológica consiste en el cambio de las características hereditarias de grupos de organismos a través de las generaciones. /.../ La variación en las características de los organismos de una población se origina a través de la mutación al azar de secuencias de ADN (los genes) que las determinan. /.../ El cambio evolutivo dentro de una población consiste en un cambio en las frecuencias génicas y genotípicas. Los dos impulsores del cambio evolutivo son la selección natural y la deriva génica. La selección natural resulta de cualquier diferencia heredable en la tasa de supervivencia o reproducción entre organismos portadores de diferentes alelos o genotipos (diferencias en eficacia biológica).* La consecuencia inevitable es que nos encontramos con que (salvo que el “experimento” de la falena del abedul se considere un ejemplo de evolución), la única supuesta demostración empírica de que disponemos sobre la actuación de la selección natural como agente de cambio evolutivo ( $\Delta q = -spq[q+h(p-q)] / 1-2pqsh-sq^2$ ) se sustenta sobre unas bases biológicas inexistentes.

Sorprendentemente, este hecho que constituye una obviedad aplastante, no parece ser tenido en consideración por una gran parte de los científicos, incluidos muchos de los implicados en los nuevos descubrimientos, que siguen utilizando la terminología y las interpretaciones derivadas de esta concepción y atribuyendo a la “selección”, a la “competencia” o al “egoísmo” la responsabilidad de la existencia de todo tipo de fenómeno o proceso, por complejo que sea, incluso cuando resulta a todas luces contradictorio con su significado. Algunos de los muchos ejemplos que se encuentran en estas investigaciones pueden ser ilustrativos: En un estudio sobre las duplicaciones génicas durante la evolución, Otto y Young (2002) afirman: *La selección ha actuado incrementando la representación de duplicaciones beneficiosas* (parece evidente que lo que ha aumentado la representación de duplicaciones beneficiosas son las duplicaciones). Pero la selección no sólo parece actuar a favor de las características beneficiosas, ya que según Belshaw et al. (2004) los genes *env* codificadores de la cápsida de retrovirus endógenos, que les capacita para hacerse “reinfectivos” han sido mantenidos por *selección purificadora*. Incluso las actividades, fundamentales para los genomas, de los retroelementos se producen porque son *explotadas por el hospedador* ya que son de *naturaleza intrínsecamente parásita* (Kidwell y Lish, 1997).

La explicación de esta extraña situación tiene, probablemente, distintos componentes que pueden ser acumulativos o, incluso, retroalimentados. Por una parte, los descubrimientos son tan

recientes que pueden no haber dado tiempo a la toma de conciencia de su significado en relación con la visión convencional. Este fenómeno se puede acentuar debido a la especialización y compartimentación de la práctica investigadora (por no mencionar la dinámica competitiva que se ha impuesto en la investigación) que dificulta una visión de conjunto que permitiría situar los nuevos datos en un contexto teórico que los diera coherencia. Finalmente, se puede mencionar la tendencia, casi obsesiva, a la aplicación (rentabilización) de los resultados que contribuye a que, en un gran número de casos, el único objeto de reflexión sobre descubrimientos de gran trascendencia sean sus “futuras aplicaciones farmacológicas o de ingeniería genética” (Craig, 1997; Broothaerts et al, 2005, etc., etc.).

En cualquier caso, la consecuencia de todo esto es que parece existir una inercia en la utilización de ciertos términos y conceptos como si fueran “descripciones objetivas” de los hechos cuando, en realidad, se tratan de interpretaciones derivadas de una concepción de los procesos implicados totalmente descalificada por los nuevos datos. Una inercia que se puede convertir (en realidad ya se ha convertido) en un obstáculo para la verdadera profundización en los conocimientos biológicos, al dar por explicados fenómenos que distan mucho de estarlo: *Lo que estoy tratando de transmitir es que, debido a la ausencia de conocimientos de mecanismos moleculares, la selección es empleada a modo de remedio general por el biólogo. Cada vez que un fenómeno aparece en Biología y se ignora, obviamente, su mecanismo, es invocada la selección y el problema queda resuelto* (Lönning y Saedler, 2003).

Pero el ejemplo más expresivo de este efecto obstaculizador lo constituye la “actualización” de las viejas concepciones representada por la desafortunada “teoría” del *Gen egoísta*, que se puede considerar como la segunda gran catástrofe de la historia de la Biología y que constituye una muestra más de cómo a los biólogos nos han enseñado a considerar “teorías científicas” a especulaciones cargadas de prejuicios y preconceptos sin la menor relación con fenómenos biológicos contrastados. Aunque esta “teoría” fue así desde su origen, no merece la pena detenernos en su visión de *cómo son las cosas* (Dawkins, 1976), porque la situación actual nos puede mostrar, con toda nitidez, sus perniciosos efectos (los subrayados son míos): *Las secuencias repetitivas de ADN comprenden una porción sustancial de la mayoría de los cromosomas eucariotas y de algunos procariotas. A pesar de casi cuarenta años de investigaciones, las funciones de varias familias de secuencias en conjunto y sus unidades monómeras siguen siendo bastante desconocidas. La incapacidad de asignar papeles funcionales específicos a muchos elementos de ADN repetitivo (REs), junto con la especificidad taxonómica de ciertas familias de secuencias, ha llevado a muchos a especular que esos componentes del genoma son replicadores “egoístas” que han generado “basura” genómica. El propósito de este trabajo es examinar críticamente el egoísmo, los efectos evolutivos y la funcionalidad de los retroelementos. En primer lugar, se presenta una breve revisión del abanico de ideas referentes a la función de los RE. En segundo lugar, se presenta el argumento de que la “hipótesis” del ADN egoísta es actualmente un esquema narrativo que sirve para proteger a las asunciones neodarwinistas de las críticas y que esta historia es inestable y, por tanto, no es una hipótesis. /.../ Se plantea que es necesario un nuevo marco conceptual para entender el papel del ADN repetitivo en los sistemas genéticos/epigenéticos y que las “narrativas” neodarwinistas han sido el obstáculo fundamental para dilucidar los efectos de esos enigmáticos componentes de los cromosomas.* (von Sternberg, 2002).

Parece razonable pensar que, dado el estado actual de los conocimientos, este necesario “nuevo marco conceptual” habría de abandonar lastres como los citados para sustentarse en enfoques, seguramente más fructíferos, basados en datos (no en “hipótesis”) que nos informen de los procesos físico-químicos implicados en los fenómenos de la vida. Sin embargo, aunque los primeros pasos de este camino parecen haberse iniciado, el fruto puede resultar contaminado en su base por los cenagosos sedimentos del pasado “desastre natural”. Los nuevos enfoques de la investigación genética y molecular, derivados de los recientes descubrimientos, se están centrando en descifrar y comprender las propiedades resultantes de las complejas tramas de información que

caracterizan estos procesos biológicos. Al estudio del genoma (ahora sí, en su totalidad) y el proteoma se ha añadido el análisis del interactoma (las relaciones ADN-proteínas, ADN-ADN y ADN-ARN) mediante el desarrollo de nuevas técnicas de laboratorio y de potentes algoritmos que puedan permitir reflejar y entender, hasta donde sea posible, esta enorme complejidad (Spector y Robinson, 2002; Delcher et al., 2002; Segré et al., 2004; Washietl et al., 2005). Pero estas nuevas formas de abordar la investigación y sus conceptos derivados (redes de información, sistemas modulares, regulación...) coexisten, aparentemente sin problemas, con ADN “egoísta”, competencia entre moléculas, y misteriosos (y omnipotentes) fenómenos de selección capaces de explicar lo que aparece, lo que se mantiene y lo que desaparece, lo que se organiza y lo que se desorganiza.... La supuesta asociación del concepto de selección con el nacimiento mismo de la idea de evolución lleva a que *la palabra (selección) ya es indisociable de la historia de la biología* (Maturana y Varela, 1999). Es decir, incluso los científicos que plantean nuevos abordajes teóricos, como los sistemas autopoyéticos de los autores citados, Stuart Kauffman (1993) con sus redes de información (*Un enorme orden abunda en la naturaleza para el uso de la selección*) o Lynn Margulis (1995) y su teoría endosimbionte (*Eventualmente, tenemos que comprender que la selección natural opera, no tanto actuando sobre mutaciones al azar, que son a menudo dañinas, sino sobre nuevas clases de individuos que evolucionan por simbiogénesis*) no parecen dispuestos a desprenderse del cordón umbilical que les une con la confortable “opinión mayoritaria”.

Ante esta situación, cabe preguntarse si, dado que los nuevos conocimientos son radicalmente diferentes de las concepciones asumidas anteriormente, no sería más consecuente intentar elaborar una base teórica radicalmente nueva (es decir, desde la raíz). No se trataría de partir de cero, sino de partir de los datos reales de que disponemos porque, por mucha información que acumulemos y por mucho que profundicemos en los conocimientos de los procesos biológicos, es muy probable que el permanecer anclados en las viejas interpretaciones impida el verdadero despegue de la Biología hacia la búsqueda de una base teórica coherente. Hacia una teoría verdaderamente científica.

### **Lo que nos dicen los datos**

En este camino, la opción que más parece aproximarse a la lógica (incluso al más elemental sentido común) es que la modelización de unos procesos que han mostrado tal complejidad (sistemas autoorganizados, redes de información, sistemas autopoyéticos...) haya de recurrir a conceptos procedentes de otras disciplinas, como Física, Química, Matemáticas (Ball, 2001a) cuyos progresos teóricos parecen contemplar al la teoría evolutiva actual desde otra época. En este contexto se enmarcan las nuevas aproximaciones desde la Teoría general de sistemas (von Bertalanffy 1950), las estructuras disipativas (Prigogine, 1980), la Teoría de la información (Haken, 1988), la complejidad (Fivaz, 1991), los fractales (Bekenstein, 2003)... Sin embargo, la gran abstracción que requieren estos enfoques puede tener el peligro de hacernos caer de nuevo en el mismo error a que condujeron los planteamientos teóricos, basados en abstracciones (en este caso erróneas), de los matemáticos autores de las fórmulas de la Genética de poblaciones: alejarnos de los fenómenos reales que se producen en la Naturaleza (Eldredge, 1985). Por ello y, naturalmente, a la espera de los resultados de estas investigaciones, un enfoque que puede ser complementario con ellas y mutuamente enriquecedor, puede consistir en centrar nuestra atención en fenómenos naturales concretos que nos puedan hablar del origen material de estos sistemas complejos, de cómo se han conformado los genomas y de su implicación en los procesos que constituyen la organización de la vida.

Para ello, puede ser eficaz comenzar por una mirada sobre los elementos que constituyen la inmensa mayor parte de los genomas de los seres vivos.

Con la entrada en escena de los elementos de regulación de los genomas, procedentes de lo que se consideraba “ADN basura”, la proporción de secuencias repetidas, elementos móviles y virus endógenos ha pasado a ser el componente

absolutamente mayoritario de los genomas. *La mayor parte del genoma humano es, en última instancia, derivada de elementos transponibles. Observaciones (llevadas a cabo) en el pasado año han conducido a algunas ideas nuevas y sorprendentes sobre las funciones y consecuencias de esos elementos y sus vestigios en nuestro genoma. Los abundantes casos nuevos de genes humanos derivados de inserciones únicas de transposones sacan a la luz la gran contribución del ADN egoísta a la evolución genómica.* (Smit, A.F. 1999).

Si ignoramos el término “insultante” para este componente fundamental de la información genética, lo cierto es que en el hombre, el genoma “codificador de proteínas”, al que se refiere esta cita, la fracción no derivada de genes bacterianos estaba constituida por virus endógenos (sobre el 10%) elementos móviles (hasta un 45%) y genes únicos “derivados” de ellos (The Genome Sequence Consortium, 2001). Según los datos más depurados (porque la metodología anterior no identificaba los genes duplicados) obtenidos recientemente (Stein, 2004) el número de genes codificadores de proteínas se estima entre 20000 y 25000. Esta fracción constituye aproximadamente el 1,5% de la totalidad de genoma. El 98,5% restante, responsable del control de la expresión de los genes codificadores de proteínas y de la regulación en general, es decir, el que ejerce la función fundamental en la evolución (Mattick, 2003) está constituido por secuencias altamente repetidas como las SINE (*short interspersed elements*) entre ellas, las ALU (elementos repetidos específicos de primates), las LINE (*long interspersed elements*), intrones y elementos ultraconservados, así como un notable número de virus endógenos.

El efecto obstaculizador de la teoría del gen egoísta ha mantenido durante años estos componentes fundamentales en el “basurero” del genoma (Makalowsky, 2003), y es una muestra más de cómo los preconceptos pueden condicionar los planteamientos, los objetivos y, como consecuencia, los resultados de la investigación. Pero, a pesar de que lo que no se busca difícilmente se encuentra, se han acabado por revelar con importantes funciones (eso sí, estigmatizados, casi siempre, con un carácter de egoístas, explotados o patógenos). De todos modos, independientemente de su condición psicológica o su situación laboral, los datos empíricos concretos nos hablan de funciones imprescindibles (Kidwell y Lisch, 1997) como la regulación génica (Jordan et al. 2003) la inmunidad y la respuesta a estímulos externos (van de Lagemaat et al. 2003) y la regulación en el genoma durante la transición oocito-embrión (Peaston et al. 2004), entre las que la fundamental es, evidentemente, la misma construcción de los genomas (Brosius, 1999) mediante *procesos de dispersión y pérdida de genes, reordenamientos genómicos, adquisición de genes específicos de especie, efectos del sexo y otros mecanismos* (Goffeau, 2004). El mecanismo responsable de estos procesos, la transposición y la retrotransposición de elementos móviles es ya ampliamente conocido (Bannert y Kurth, 2004). Los transposones ADN se mueven sin intermediarios de ARN, mientras que los retroelementos se transcriben a ARN que, mediante la Transcriptasa inversa, se retrotranscribe a ADN antes de integrarse en otro punto del genoma, con lo que se produce una duplicación de su secuencia. Lo que parece haber quedado en el aire es la explicación del origen material de estos componentes fundamentales de los genomas. Y ésta no es una cuestión menor, porque puede cambiar drásticamente una gran parte de las concepciones convencionales de los fenómenos biológicos.

La extraordinaria semejanza estructural y funcional de los virus y los elementos móviles, cuyas diferencias se pueden explicar por sucesivas ganancias o pérdidas de secuencias (*env* y *LTR*) (Bannert y Kurt, 2004) ha sido interpretada (solventada), sorprendentemente, como si fuera el resultado de dos opciones igualmente probables: que los distintos elementos móviles provengan de virus que se han convertido en endógenos por sucesivas pérdidas, o que sean los virus los derivados de dichos elementos por adquisición de “genes celulares” (incluidos los codificadores de la cápsida viral): *Se admite universalmente que los retrovirus actuales, los retrotransposones LTR y los retrotransposones no-LTR, comparten un antecesor común, aunque hay alguna disputa sobre quién llegó primero.* (Flawell, 1999). Pero no son ni igualmente probables ni equivalentes en su significado: La opinión ampliamente mayoritaria, anteriormente comentada, es que el carácter “intrínsecamente egoísta” del ADN le insta a expandirse *para alcanzar la supremacía sobre los*

*otros genes* (Dawkins, 1976) y este carácter le lleva a la capacidad de construir la cápsida de los virus mediante la adquisición de un gen celular (?) *env* (Löwer et al., 1996; Boeke, 2003, etc.). Según esta visión, todos los miles de virus conocidos y las, más que probables, decenas de miles por conocer, con sus especiales cápsidas dotadas de unas características biomecánicas sorprendentes (Smith et al., 2001) procederían de distintas células de las que habrían escapado por este misterioso sistema. Una explicación de la alternativa que parece más razonable (aunque algo incompleta) es la que nos dan Bannert y Kurt (2004): *Los retroelementos constituyen una gran fracción de nuestros genomas. Una clase de estos elementos, los retrovirus endógenos humanos (HERVs), está comprendida por restos de antiguos retrovirus exógenos que han ganado acceso a la línea germinal. Después de la integración, la mayoría de los provirus han sido sujetos de numerosas amplificaciones y han sufrido extensivas selecciones y mutaciones.*

La diferencia fundamental entre ambas explicaciones es que la primera se basa en una “hipótesis” que atribuye a la molécula de ADN unas capacidades omnipotentes y una condición “moralmente despreciable” ya descalificadas por los datos reales, mientras que la segunda no parte de preconceptos y sí de un hecho comprobado: La capacidad de los virus para integrarse en los genomas. Pero existen datos y argumentos que la refuerzan: El estudio de los virus (fagos) de las Arqueas, la semejanza estructural de su cápsida con la de otros virus, y el hecho de que las secuencias que la codifican no tienen semejanzas con las de ningún otro ser vivo han llevado a la conclusión de que los virus coexistieron con las más antiguas formas de vida (Hendrix, 2004) o, incluso, que las precedieron (Rice et al., 2004). Por otra parte, el origen viral de los plásmidos (que era intuitivo por compartir los mecanismos de replicación) se ha confirmado (Klockgether et al., 2004; Ho y Lim, 2003) e incluso se han identificado, en algunos casos, los fagos originarios (Wegrzyn y Wegrzyn, 2002).

Sin embargo, incluso estos últimos datos parecen seguir siendo susceptibles de distintas interpretaciones y para los “creyentes” en “el gen egoísta” o para los investigadores que, simplemente, mantienen su terminología (y sus conceptos derivados) de un modo rutinario no parecen ser suficientemente significativos (Kidwell y Lisch, 2000). La bibliografía sobre retrotransposones “virales” (Kim et al., 1994; Flawell 1999) es muy abundante desde hace tiempo. No obstante, parece existir un extraño pudor, cuyo origen escapa a cualquier análisis lógico, en reconocer a los virus como sus progenitores y se habla de *inserciones de retroelementos únicos* ( $\zeta$ ) (Smith, 1999) como origen de la *adquisición de genes específicos de especie* (Goffeau, 2004) porque es evidente que genes tan extremadamente específicos no han podido surgir por duplicación y divergencia (Brosius, 2003), es decir, de genes de procariontes implicados, por ejemplo, en el metabolismo, no parece realista que “surjan” los genes, tan conservados (García Bellido, 1999), como los que especifican los procesos del desarrollo y menos por mutaciones al azar. Nos encontramos así con dos paradojas que resultan desconcertantes desde el punto de vista de lo que debería ser el método científico: 1.- Aunque “existen disputas sobre quien llegó primero” se argumenta generalmente como si estuviera demostrado que los elementos móviles lo fueron. 2.- Esto resulta aún más desconcertante cuando **se sabe** que no existen elementos móviles libres en la naturaleza y sí virus que tienen la capacidad de integrarse en sitios específicos de los genomas. Por tanto, y ya como último recurso para intentar clarificar este dilema de una forma que mantenga una cierta fidelidad al método científico o, al menos, una mínima racionalidad, (es decir, partiendo de observaciones y no de creencias “indiscutibles”), puede ser razonable dedicar nuestra atención al análisis de la aparición de “novedades evolutivas” a lo largo de la historia de la vida.

### “Aquí hay virus encerrado”

Si tenemos en cuenta la influencia de los preconceptos en la interpretación de fenómenos que tenemos delante de nuestros ojos, qué se puede esperar de la “reconstrucción” de acontecimientos remotos: *La noción clave en esta teoría es la replicación. El resto sigue obligatoriamente. Entonces, en el origen de la vida, la evolución darwinista debió comenzar tan*

pronto como aparecieron las primeras moléculas replicables. /.../ **Asumiré, de acuerdo con la mayoría** de los que trabajan en este campo, que las primeras moléculas replicables consistieron en ARN. /.../ **Por necesidad, esta clase de selección debió haber comenzado** con la replicación. De hecho, el primer producto de la selección molecular **pudo muy bien ser el mismo ARN. El mecanismo por el que esta sustancia apareció es todavía desconocido**, pero no pudo ser posible, **a menos que fuera guiado por algún agente “presciente”**, que se hayan producido sólo auténticas moléculas de ARN con las bases A, U, G y C como únicos constituyentes. **Es mucho más probable** que esas moléculas fueran acompañadas de otros ensamblajes análogos y que fueran seleccionadas entre esa mezcla y amplificadas... /.../ Una opinión común es que el curso de la evolución, al ser dependiente de sucesos al azar, es, en consecuencia, contingente, impredecible y no reproducible. Esto no es necesariamente así; el azar no excluye la inevitabilidad. **Depende del número de oportunidades** para que un suceso ocurra. Incluso un número de lotería de siete dígitos tiene un **99.9% de posibilidades de aparecer si se realizan 69 millones de sorteos....** (los subrayados son míos). Estos argumentos pertenecen a un artículo publicado por Christian de Duve, uno de los más prestigiosos teóricos de la Biología actual, publicado recientemente en la revista Nature (2005). Es difícil dilucidar si se trata de un intento de mantener lo que él mismo denomina *la doctrina prevalente* a pesar de los descubrimientos publicados en esas mismas páginas o, simplemente, un resultado del desconocimiento de los datos actuales, pero lo cierto es que éstos no resisten un mínimo análisis lógico: En primer lugar, las exiguas probabilidades de la aparición al azar de un número de siete dígitos son infinitamente superiores a las de la aparición de una sola molécula de la complejidad del ARN. Pero no basta con quedarse ahí. Es necesario multiplicarlas por las probabilidades de aparición al azar de un considerable número de complejísimas moléculas imprescindibles para que exista la vida. Pero no parece que merezca la pena enfrascarnos en cálculos astronómicos que desafían la lógica si tenemos en cuenta que una molécula de ARN o de ADN aislada es absolutamente **inerte**. Aunque esto era un hecho evidente desde hace tiempo (y más desde que se pueden adquirir en el “mercado” científico), los datos actuales han puesto de manifiesto de un modo irrefutable que la información genética es el resultado de la interacción de ADN, ARN y proteínas **organizadas** en un entorno celular aislado del ambiente. Es más, incluso si reuniésemos todas las moléculas componentes de una célula en una placa de laboratorio el resultado sería una masa inerte carente de organización. Es decir, si queremos remontarnos al origen de la vida, la única posibilidad compatible con los datos de que disponemos en la actualidad, es dirigirnos a las primeras pruebas que tenemos sobre la existencia de organizaciones vivas.

Los datos existentes nos hablan de la presencia en la Tierra de bacterias, incluso, antes de que ésta acabara de formarse (Ball, 2001b). También está comprobado mediante datos verificables que el primer “salto evolutivo” hacia la formación de las células eucariotas se produjo (se inició) mediante la agregación de distintos tipos de bacterias (Margulis, 1995; Gupta, 2000; Doolittle, 2000). Se ha identificado, incluso, la procedencia de los distintos grupos específicos de genes extraordinariamente conservados en la actualidad: Los genes responsables del control de la información del ADN provienen de Arqueas; los que controlan el metabolismo celular de Eubacterias (Gupta, 2000). Sin embargo, dadas la gran especificidad y la conservación mostradas por estas secuencias génicas, resultan difíciles de explicar muchos de los genes y algunas estructuras de eucariotas (y más desde que las “mutaciones al azar” se han revelado incompatibles con la gran complejidad y conservación de los procesos implicados en el control de la información génica) no presentes en Procariotas. William Ford Doolittle (2000) indica la necesidad de que haya existido *un cuarto dominio de organismos, extinguido en la actualidad, que transfirió horizontalmente al núcleo de las células eucariotas los genes responsables de estos caracteres.*

Pero los datos expuestos anteriormente nos hacen pensar que muy posiblemente no se trate exactamente de “un cuarto dominio” de seres vivos ni se haya extinguido. Veamos los resultados de algunas investigaciones al respecto: *Se propone( aquí) que varios rasgos característicos del núcleo eucariota derivan de su antecesor viral. Estas incluyen los mRNAs, cromosomas lineales y la separación de la transcripción de la translación.* (Bell, 2001). Estas



características, inexistentes en procariotas, son importantes y claramente distintivas de eucariotas, pero son sólo una pequeña parte de las que no se pueden explicar como resultado de mutaciones de los genes de procariotas. Por ejemplo: ***Las DNA polimerasas de eucariotas son similares a las de los grandes virus ADN de eucariotas y de los fagos T4 de las bacterias, pero no a las de eubacterias.*** Aquí desarrollamos y examinamos la hipótesis de que ***las proteínas de replicación de los virus han dado lugar a las de eucariotas durante la evolución.*** Hemos tomado la DNA polimerasa de picodnavirus (que infecta microalgas) como la base para este análisis ya que representa un virus de un eucariota primitivo. Mostramos que tiene una significativa similaridad con las DNA polimerasas replicativas de eucariotas y ciertamente con sus grandes virus ADN. El alineamiento de secuencias confirma esta similaridad y establece la presencia de dominios altamente conservados. La reconstrucción subsiguiente de un árbol filogenético indica que esas DNA polimerasas de los virus de algas están próximas a la raíz del clado que contiene todas las DNA polimerasas delta pero ese clado no contiene las polimerasas de otros virus ADN. Tomamos en consideración el significado de estas relaciones y presentamos la hipótesis de que ***los genes de replicación de los virus ADN dieron lugar a los de eucariotas y no a la inversa.*** (Villareal y DeFilippis, 2000). Estos razonamientos basados en evidencias muy sólidas y expresados, prudentemente, como hipótesis se han perdido en un mar de datos, cada día más abundantes y significativos, pero devaluados por las interpretaciones convencionales. Así, en su artículo: “*Glicosil transferasas codificadas por virus*”, Markine-Goriaynoff et al., (2004) afirman: ***Durante millones de años, los virus han coevolucionado con sus hospedadores. Consecuentemente (¡¿!) durante su proceso de coevolución los virus han adquirido mecanismos para imitar, secuestrar o sabotear los procesos de su hospedador que favorecen su replicación.*** La inercia de la doctrina prevalente en las interpretaciones conduce a verdaderos sinsentidos, entre los cuales, el que veremos a continuación constituye un ejemplo paradigmático: Un magnífico estudio en el que Hughes y Friedman (2003) realizan una exhaustiva comparación de 22 familias de proteínas conservadas en 14 “especies” (en su terminología) de virus pertenecientes a la “familia” de Baculovirus con las de 10 organismos eucariotas, desde hongos y plantas hasta hombre, encuentran “evidencias de transferencia horizontal” en ADN ligasa, Ribonucleótido reductasa 1 y 2, Transactivador global SNF2, Inhibidora de la apoptosis p35, UDP-glucosil transferasa, Helicasa, Ubicuitina, Metil transferasa... hasta 16 proteínas fundamentales específicas de eucariotas, es decir, no existentes en procariotas. El título del artículo, que resume sus interpretaciones y conclusiones es: ***Identificación en genomas (Genome-Wide Survey) de genes transferidos horizontalmente desde organismos celulares a Baculovirus.***

Como no parece necesario (ni conveniente, por reiterativo) insistir en el que ya podemos calificar de espurio origen de estas interpretaciones, puede ser más eficaz detenernos en algunas aportaciones de los virus a los genomas que sólo pueden entenderse como “transferencia horizontal del hospedador al parásito” bajo un estado de auténtica obnubilación: La reproducción vivípara constituye un cambio radical con respecto a la ovípara (es decir, la información genética que la controla ha de ser diferente) e incluye un considerable número de innovaciones morfofisiológicas estrechamente interrelacionadas. Existe una abundante bibliografía sobre la contribución de las Sincitinas, proteínas procedentes del gen *env* (cápsida) del virus endógeno denominado ERV-3 en la morfogénesis de la placenta (Mi et al., 2000), en la formación del sincitiotrofoblasto (Venables et al., 1995; Muir et al., 2004) y en la inmunodepresión materna (Harris, 1998). Otros genes *env* procedentes de una cápsida viral, en este caso los NC7 del HIV-1 son los responsables de la existencia de los *priones* (Gabus et al., 2001), proteínas fundamentales en mecanismos de adaptación epigenética mediante el control del plegamiento de proteínas (True et al., 2004; Cenador, 2003). La relación de secuencias funcionales procedentes de virus endógenos, añadida a la citada anteriormente, sería interminable. La familia HERV-K, específica de humanos codifica antígenos autoinmunes (Medstrand y Mag, 1998) y es responsable de la formación de pseudogenes (Berkhont et al., 1999), el ZFERV del pez cebra se expresa en el timo (Sen y Steiner, 2004), el gen FAM8A1 de virus endógenos codifica transcritos que se expresan en la espermatogénesis (Jamain et al., 2001), las proteínas asociadas a los microtúbulos son transcritas por un retrovirus endógeno de la

familia HERV-E (Landry et al., 2002) y las implicadas en la apoptosis (“muerte celular programada”) proceden de virus ADN (Adams y Cory, 1998; Barry y McFadden, 1999). La familia HERV-F, también codificadora de proteínas funcionales es específica de primates (Kjellman et al., 1999), otros están implicados en el control de la expresión génica durante el desarrollo de mamíferos (Perincheri et al., 2005)... En general, se ha podido comprobar que existen claras diferencias entre las poblaciones retrovirales endógenas de reptiles, aves y mamíferos (Tristen et al., 1995) y entre las específicas de primates (Johnson y Coffin, 1999) lo que seguramente implica una especificidad en sus secuencias funcionales.

En este sentido, otra innovación que quizás merezca la pena mencionar la constituyen los elementos LINE-1 específicos de mamíferos, por lo que *su inserción tuvo lugar antes de la radiación de los mamíferos* (Smit et al., 1995): *Los elementos LINE-1 de mamíferos pertenecen a la superfamilia de elementos retrotransponibles replicables autónomamente que carecen de secuencias largas repetidas (LTR) típicas de retrovirus y retrotransposones virales de vertebrados. Los elementos LI se han replicado y evolucionado en mamíferos al menos durante los 100 millones de años pasados y ahora constituyen el 20% o más de algunos genomas de mamíferos. Por tanto, los elementos LI han tenido, presumiblemente, un profundo, tal vez determinante, efecto en la evolución, estructura y función de los genomas de los mamíferos.* (sic) (Furano, 2000). Efectivamente, sus funciones son tan variadas como fundamentales: disrupción génica (Han et al., 2004), regulación transcripcional (Kazazian Jr. Et al., 1998), control de *splicing* alternativo (Kondo-Iida et al., 1999), creación de exones (Nekrutenko, A. y Li, W. H. 2001) amplificación de pseudogenes y de la familia de elementos repetidos ALU (Kazazian Jr. 2000; Esnault et al., 2000; Dewannieux et al., 2003). En cuanto a estos últimos, específicos de primates, están implicados en la expresión génica en distintos tejidos mediante la edición de ARN (Athanasiadis et al., 2004) pero muy especialmente en tejido neural (Eisemberg et al., 2005).

Parece necesario insistir (aunque no debería serlo, por lo obvio) en que la cuestión clave en todos estos fenómenos, porque aportaría a la Biología una base real, material, de la que partir, que permitiría obtener una explicación unificadora coherente, es el origen de las innovaciones: La información genética de **la inmensa mayoría** de las características distintivas de eucariotas con respecto a procariotas, de organismos multicelulares con respecto a unicelulares, de vertebrados con respecto a invertebrados, de mamíferos con respecto a vivíparos... está contenida en secuencias repetidas, elementos móviles y virus endógenos (y las propiedades de las duplicaciones deben provenir, por fuerza, de las de la nueva secuencia original capaz de duplicarse): está claro que éste es el origen de los telómeros (las telomerasas son transcriptasas inversas) (Schawalder et al., 2003), centrómeros y microsátélites (Reinhart y Bartel, 2002; Topp, 2004) esenciales para la estabilidad de los cromosomas y para la mitosis, formados por repeticiones de ADN ricas en GC, y en algunos casos se ha comprobado que contienen transposones. También son componentes del nucleolo (Schawalder et al., 2003). Otro carácter distintivo de eucariotas son los intrones; tanto los “autocatalíticos” (clase I y clase II) de los genomas de mitocondrias y cloroplastos como los de los genes nucleares (pre-mRNA) asociados al *spliceosoma* e implicados en el *splicing* alternativo y muy específicos en los distintos taxones, están constituidos respectivamente por retroelementos (Moran et al., 1995; Haugen et al., 2005), y secuencias repetidas en tandem o en palíndromos (Coghlan y Wolfe, 2004; Fedorov et al., 2003). En cuanto a su origen, *una proporción de intrones “antiguos” parece haberse diseminado en los genomas por retrotransposición, pero entre el 60 y el 80% de los intrones de animales contemporáneos fueron adquiridos por inserción después de la divergencia evolutiva de animales y plantas* (Fedorov et al., 2003) y están “altamente conservados” (Matthew y Palumbi, 2003; Qiu et al., 2004). Las repeticiones de ADN son constitutivas de los genes *Hox* (García Bellido, 1999; Kmita et al., 2002) y de los cromosomas sexuales (Rozen et al., 2003; Skaletsky et al., 2003; Khil et al., 2004). Los genes *RAG1* y *RAG2*, responsables de la inmunidad en vertebrados son elementos móviles (Agrawal, 2000; Zhou et al., 2004; van der Berg et al., 2004) y su iniciación de la recombinación *tiene similitudes con la integración retroviral* (van Gent et al., 1996)...

Todo esto debería llevar a los biólogos a alguna conclusión que no fuera la de “insultar” a los elementos móviles o acusar a los virus de “secuestradores”, “saboteadores” y “falsificadores”, especialmente, si tenemos en cuenta que los virus en estado libre son **absolutamente inertes**, con lo que el único insulto posible sería el de “vagos” (o, en terminología del pensamiento único, “no competitivos”), y que sólo se activan cuando entran en interacción con el sistema celular (es decir, que éste participa en su actividad). Pero dado que a los biólogos nos han enseñado a pensar partiendo de la base de que ya se sabe “cómo son las cosas”, quizás hayamos de recurrir a personas que tengan costumbre de pensar de otra forma. Porque tal vez si, por ejemplo, Plinio, el agudo y socarrón policía municipal de Tomelloso (García Pavón, 1969) se enfrentase con este “enigma” rezongase: “*Aquí hay virus encerrado*”.

### La “selección purificadora” del lenguaje científico

*Si nuestro cerebro fuera tan sencillo como para poder entenderlo, seríamos tan tontos que, de todos modos, no lo podríamos entender.* Jostein Gaarder (Noruega, 1952) “*El misterio del solitario*”.

Cabe suponer que si alguna conclusión puede ser consensuada hasta con los más radicales defensores de la ortodoxia dominante, esta es que los datos nos están mostrando que los procesos y fenómenos biológicos son extraordinariamente complejos. Inconmensurablemente más complejos que lo que se podría suponer hasta hace poco. Lo que tal vez resulte más difícil de “consensuar” es que la complejidad no se puede explicar mediante argumentos simples. El tan celebrado aforismo biológico de que *la explicación más sencilla será, probablemente, la mejor*, no parece tener un lugar entre la realidad de los sofisticados e intrincados procesos que subyacen a la más simple manifestación de la vida. Pero el grave problema de fondo al que nos enfrentamos los biólogos y que debemos solventar si queremos salir de la situación de incompreensión y de alejamiento de la Naturaleza a la que nos ha llevado la vieja doctrina, es reflexionar sobre el origen y el verdadero significado de sus términos y conceptos que han pasado a formar parte lenguaje biológico y que son los responsables de muchas interpretaciones distorsionadas cuando no incompatibles con la lógica más elemental. A pesar de la grandeza y la increíble belleza de la Naturaleza, quizás no haya otra disciplina que refleje, en sus conceptos y argumentos, un mayor desprecio por su objeto de estudio (ni la criminología, ni el marketing siquiera...) y una concepción más sórdida de su esencia que la vieja Biología. En “su” Naturaleza prima la competencia. Los “genes” son egoístas, los virus y las bacterias son patógenos, “enemigos” que acechan esperando su oportunidad para destruirnos (y también hay proteínas “patógenas”) las moléculas, las células, los animales y las plantas compiten permanentemente y, si aparece algo que se pueda interpretar como cooperación, la explicación es “porque les resulta rentable”... Sería bueno detenernos un momento en la “explicación universal” de todas estas “cualidades” y comportamientos malsanos, la responsable final de la construcción de este truculento mundo: la selección natural. Un ente todopoderoso que ha ido creciendo e impregnando hasta los últimos recovecos de la vida de forma que, de ser en su nacimiento un fenómeno contingente limitado a la supervivencia de unos animales o plantas (los más “aptos” ?) sobre otros, se ha convertido en un poder creativo (y parece que tranquilizador) capaz de explicar todo lo que no comprendamos: Por ejemplo, la existencia de cualquier función ejercida por un elemento o una molécula sin los cuales esa función no existiría, se explica por selección positiva o selección purificadora, pero si desaparece es por selección negativa. Si la realización de una función compleja tiene lugar mediante la coordinación de varios componentes, se ha producido por selección cooptiva (que quiere decir que si no están todos, y exactamente esos, no hay proceso), pero también hay (al parecer, “muy frecuentemente”) una selección estabilizadora (es decir, selección “des-seleccionadora”) que explica el mantenimiento de los individuos normales y una selección diversificadora y una selección disruptiva... En definitiva, de su actuación original consistente en “elegir” la más adecuada entre varias características previamente existentes (y,

recordemos: variables “al azar”) ha pasado a ser capaz de agregar, disgregar, mantener, eliminar, igualar, diferenciar e incluso de crear procesos complejos, previamente inexistentes. Si los adjetivos añadidos a un sustantivo hacen que éste cambie totalmente de significado, el conjunto de los añadidos al sustantivo “selección” la convierten en un poder sobrenatural. Es una teoría “creacionista”, simplemente, su fuerza creadora, su deidad, es la selección natural y su doctrina es la competencia (algo así como: *Competid unos con otros, hasta destruir a los menos aptos*).

Nada más lejos de lo que nos están mostrando los conocimientos científicos: que en los procesos de la vida están implicadas complejas redes de información que interrelacionan e integran los componentes abióticos y bióticos de la Naturaleza, desde los más ínfimos representantes de los sistemas vivientes hasta organismos, especies y ecosistemas, y en la que todos sus componentes no sólo son necesarios, sino imprescindibles. Que las bacterias y virus, extraordinariamente abundantes, diversos y participativos en los procesos naturales (Fuhrman, 1999; Curtis et al., 2002) no son esencialmente patógenos, sino que “se malignizan” (al igual que los *priones*) como respuesta a agresiones ambientales (Hood, D. W. et al., 1996; Baba, T. et al., 2002; Fouts, D. E. et al., 2005; Cenador, 2003), entre las que muchas de ellas son el resultado de actividades humanas desestabilizadoras del equilibrio natural (Gauntt y Tracy, 1995; Ter-Grigorov et al., 1997). Los datos reales nos están mostrando que los antes considerados “nuestros peores competidores” son, en realidad, los componentes fundamentales y originarios de la vida (Sandin, 1995) y que sus actividades y capacidades nos permiten comprender los *hechos fundamentales de la evolución* nunca explicados por “la supervivencia de los más aptos”. *Según la teoría de Darwin, la evolución tiene lugar exclusivamente por la vía de pequeña y continua formación y modificación de especies /.../ Nuestra experiencia, obtenida de la observación del material fósil, contradice directamente esta interpretación. Nosotros encontramos que la estructura organizadora de una Familia o un Orden no surge como resultado de modificaciones continuas en una larga cadena de especies, sino mas bien por medio de una repentina y discontinua remodelación del complejo tipo de Familia a Familia, de Orden a Orden, de Clase a Clase. Los caracteres que cuentan para las distinciones entre especies son completamente diferentes de los que distinguen un tipo de otro.* Lo que nos describe el prestigioso paleontólogo alemán Otto Schindewolf (1993) es la realidad de lo que se observa en el registro fósil (*el secreto profesional de los paleontólogos* de Gould). Y es así porque la transición entre un tipo de organización y otro, embriológicamente, **no puede ser de otra manera** (Goodman y Coughlin, 2000; Hall, 2003). Las diferencias entre las organizaciones de distintos taxones se producen en etapas del desarrollo embrionario que son tanto más tempranas cuanto más diferentes sean los resultados finales, y en un fenómeno de tal complejidad, jerarquización e integración como es la embriogénesis no existe una variabilidad en sus sucesivas fases sobre la que pueda actuar una selección: en un cambio de estas características y de esta magnitud la alternativa es un organismo viable o no viable, es decir, lo que se ve en el registro fósil es la realidad, por lo que el término para denominar estos cambios de organización habría de ser **Transformación**. No es evolución porque no es la *acción de pasar gradualmente de un estado a otro* (Dicc. R.A.E.). Es comprensible que esto resulte difícil de asumir, pero tenemos ejemplos de procesos semejantes delante de nuestros ojos en las metamorfosis de insectos y anfibios, posiblemente un relicto de procesos semejantes a gran escala. Y existen los fenómenos y los datos que nos pueden explicar esos procesos: Las grandes y súbitas “radiaciones” de diversidad animal (Schindewolf, 1993; Rohde y Muller, 2005) y vegetal (Graham et al., 2000) (para una magnífica revisión en plantas ver Moreno, 2002) surgen después de grandes extinciones provocadas por grandes disturbios ambientales (Kerr, 2002; Grice et al., 2005) que producen lo que se conoce como estrés genómico. Tenemos información sobre los efectos de estas desestabilizaciones en los genomas: activación de elementos móviles (Wesler, 1996; Capy et al., 2000; Mattick y Gagen, 2001) remodelaciones genómicas (Wendel y Wesler, 2000; Shapiro, 2002; Pevzner y Tesler, 2003; Lönnig y Saedler, 2003), duplicaciones parciales o extensivas (Gu et al., 2002; McLisaght et al., 2002; Bennetsen et al., 2005) y extinciones selectivas (Schindewolf; 1993). También sabemos que las inserciones de elementos móviles y virus se caracterizan por tener sitios “preferenciales” (los llamados *hot spots*) que indican *una variabilidad predeterminada* (Pevzner y Tesler, 2003; Lönnig

y Saedler, 2003; Nikaido et al., 2003; Engelman, 2005; Maxfield et al., 2005). (Aquí conviene recapacitar sobre el significado de términos como *hot spots* y *constraints* que quieren indicar “un azar restringido”, porque un azar restringido no es azar, es decir, que será científicamente posible encontrar las reglas que lo rigen). También tenemos datos que nos informan de que las especiaciones no son “el paso inicial del cambio evolutivo”, sino un aumento de diversidad dentro de un patrón morfológico básico y que está mediado por inserciones virales y reorganizaciones de elementos móviles (Hughes, J. F. y Coffin, J.M., 2001; Sverdlov, E. D., 2000; Dyatkov et al., 2002; Mamedov et al., 2002; Ryan, F., 2004; Baburlescu et al., 2001), por lo que, como nos revela el registro fósil (Eldredge, 1997; Schindewolf, 1993, etc.) se producen de forma repentina y también simultánea (Williamson, 1983; Kerr, 1995).

Un aspecto sobre el que puede ser especialmente conveniente detenerse, es el concepto de adaptación, considerado como el mecanismo responsable de la evolución mediante un proceso de adaptación gradual (y al azar) a distintos medios mediante la “adquisición de caracteres ventajosos”: En cuanto a los **ajustes** a diferentes condiciones ambientales (un fenómeno diferente a los cambios de organización), los sistemas de control y regulación de la información genética han mostrado una variada gama de mecanismos de respuesta al ambiente, tanto epigenéticos: metilación, imprinting, ARN de interferencia, silenciamiento transgénico (Mattick y Gagen, 2001; Elgin y Grewal, 2003; True et al., 2004)... como genéticos: *splicing* alternativo, retrogenes y retroseudogenes (Vitali, p. et al., 2003), transposiciones e inserciones de elementos móviles (Schramke y Allshire, 2003). Incluso el desarrollo embrionario responde de una forma constatada a las condiciones ambientales (Rutherford y Lindquist, 1998; Hall, 2003). En estas adaptaciones, que son, en realidad, coadaptaciones porque afectan a los ecosistemas en su totalidad (Madsen et al., 2001; Murphy et al., 2001; Yang et al., 2003) y que conducen a *remodelaciones radicales de la biota* (Beard, 2002), están implicados, además, fenómenos de *transferencia genética horizontal* (por cierto, de genes no “de origen bacteriano”, sino viral) (Syvanen, 1994; Krishnapillai, 1996; Wegrzyn, G., 1999; Wegrzyn y Wegrzyn, 2002; Beres, S. B. et al., 2002; Wagner, P. L. y Waldor, M. K., 2002; Omelchenko et al., 2003; Pierce et al., 2003; Bergthorsson et al., 2004; Broothaerts et al., 2005)) que no son al azar, ni en su desencadenamiento, porque responden a estímulos ambientales (Wessler, 1996), ni en sus consecuencias, porque también se han observado *hot spots* (inserciones preferenciales) en estos procesos (Timakov et al., 2002; Medrano-Soto, et al., 2004).

Y con esto hemos llegado al concepto estelar de la *doctrina prevalente*: el término “más apto” (o, en su versión “poblacional”, la “eficacia biológica”). Los conocimientos actuales sobre el control de la información genética (Herbert, 2004) nos informan de un modo irrefutable de que es un concepto espurio. No existen individuos genéticamente “más aptos” que otros o que tengan una “ventaja genética” sobre sus congéneres. Y no es algo que sea susceptible de distintas interpretaciones: el *pool* genético de una especie es esencialmente el mismo (Mattick, 2004) y el significado de la variabilidad poblacional es adaptativo (en el sentido de respuesta al ambiente) pero no evolutivo. De igual forma, la variabilidad existente en los polimorfismos de nucleótido único (SNPs) es irrelevante desde el punto de vista de la evolución (Pennisi, 1998; Nadeau, 2002; Göring, 2002) y su significación es, en todo caso, demográfica: Las diferencias en vigor, salud, capacidad reproductiva, etc., de los miembros de una especie viene determinada fundamentalmente por las condiciones ambientales en que se desarrollan (Hall, 2003). Los individuos normales, sanos, no son genéticamente más o menos aptos y las mutaciones (en el caso de que no resulten inocuas) no conceden ventajas heredables, sino patologías heredables porque son desorganizaciones producidas por algún factor ambiental lo suficientemente grave para superar los eficaces mecanismos de reparación de los genomas (Kafri et al., 2005; Hirano, 2005).

Es necesario tener en consideración el origen histórico, cultural y, especialmente, social (Lewontin, 1993; Goodwin, 1999, etc.) de estas extrapolaciones que han llevado a una interpretación antropocéntrica de la Naturaleza. En el estado actual de los conocimientos resulta absurdo leer en revistas científicas prestigiosas, en los mismos ejemplares donde se publican datos como los antes expuestos y bajo el epígrafe “Evolución”, complejas disquisiciones sobre si el

egoísmo en los animales es “rentable”, sobre los engaños de unos para aprovecharse de otros o que “todos los seres vivos somos parásitos”, cuando es evidente que estos “problemas científicos” no son objeto de estudio de la evolución, sino más bien de estudios psicológicos (especialmente sobre los autores de tales ideas). El argumento “demostrativo” de que “es evidente que en la Naturaleza existe la competencia” carece de relación con lo que se pretende demostrar, porque el resultado “evolutivo” de una pelea ritual entre dos ciervos siguen siendo los ciervos que ya existían antes. Las extrapolaciones antropocéntricas también podrían llevarnos a decir que cuando unos lobos pelean por los restos de una presa, lo que son es “maleducados”, o que el comportamiento de un león en su manada es “machista”, o que el comportamiento “postcoito” de determinadas hembras de arácnidos o de insectos es “feminista radical” (y lamentaría dar ideas), pero no son descripciones científicas, sino extrapolaciones de una forma, culturalmente determinada, de ver la realidad. Y la forma de ver la realidad basada en la competencia de todos contra todos y el egoísmo como condición inherente a los seres vivos es la que ha conducido a una concepción deformada de los fenómenos biológicos que se puede observar en la inmensa mayoría de los artículos citados anteriormente: “los elementos móviles son esencialmente parásitos”(Kidwell y Lish, 1997) pero, en ocasiones “son beneficiosos”; los virus endógenos “producen enfermedades” y “son saboteadores, secuestradores”, etc., (Markine-Goriaynoff et al., 2004) pero en ocasiones “son explotados por su hospedador” (Stoye y Coffin, 2000), las mutaciones son perjudiciales, pero en ocasiones “pueden producir características beneficiosas” (?) (Ayala, 1999).

Si no conseguimos depurar el lenguaje científico de la Biología de estos preconceptos deformadores que en la mayoría de los casos conducen a interpretaciones que son exactamente las contrarias de lo que indican los datos, no será posible construir una verdadera teoría científica elaborada a partir de hechos reales (no hipótesis) y explicada mediante procesos y términos científicos (no mediante metáforas). La enorme complejidad y plasticidad de los fenómenos biológicos descubiertos demanda una forma nueva (tanto metodológica como conceptual) de acceder a ellos, pero hay que asumir que esto requiere un cambio en los “hábitos de la mente” que han de comenzar por cuestionar nuestras más arraigadas convicciones y por tomar conciencia de que las cosas que más damos por supuestas son, casi siempre, aquellas sobre las que menos reflexionamos.

Es perfectamente comprensible que, para muchos biólogos que han desarrollado una actividad científica brillante, no resulte fácil de asimilar la idea de tener que renunciar a las concepciones que han dirigido toda una trayectoria profesional, pero los nuevos descubrimientos han derrumbado todo un cuerpo de doctrina elaborado sobre lo que se tenía por conocido, lo que se asumía mayoritariamente y del que no tienen por qué sentirse responsables ni, mucho menos, obligados a defender en contra de las evidencias. Es cierto que la enorme complejidad de los procesos que se están descubriendo y las nuevas metodologías y conceptos necesarios para su estudio pueden resultarnos a los biólogos de formación tradicional “llegados demasiado tarde” para cambiar de ideas, pero también hay que considerar que para un científico no hay una forma mejor de acabar su carrera profesional que hacerlo sin dejar de admirarse, sin dejar de aprender. Ha comenzado una nueva Era para la Biología que ha de ser afrontada por nuevos biólogos, con mentes “nuevas”, en la que los “viejos biólogos” tendremos que acostumbrarnos a aprender de nuestros alumnos.

## Bibliografía

- ADAMS, J.M. & CORY, S. 1998. The Bcl-2 protein family: arbiters of cell survival. *Science*, **28**: 1322-1326.
- AGRAWAL, A. 2000. Transposition and Evolution of Antigen-Specific Immunity. *Science*, **290** (5497): 1715-1716.

- ATHANASIADIS, A., RICH, A. & MAAS, S. 2004. Widespread A-to-I RNA Editing of ALU-Containing mRNAs in the Human Transcriptome. *PLoS Biology* **2** (12): e391.
- AYALA, F.J. 1999. *La teoría de la evolución. De Darwin a los últimos avances de la genética*. Temas de hoy. Madrid.
- BABA, T., TAKEUCHI, F., KURODA, M., YUZAWA, H., AOKI, K., OGUCHI, A., NAGAI, Y., IWAMA, N., ASANO, K., NAIMI, T., KURODA, H., CUI, L., YAMAMOTO, K. & HIRAMATSU, K. 2002. Genome and virulence determinants of high virulence community-acquired MRSA. *Lancet*, **359**: 1819-1827.
- BABURLESCU M., TURNER, G., SU, M., KIM, R., JENSEN-SEAMAN, M.I., DEINARD, A.S., KIDD, K.K. & LENZ, J. 2001. A HRV-K provirus in chimpanzees, bonobos, and gorillas, but not in humans. *Current Biology* **11**: 779-783.
- BALL, P. 2001a. Ideas for a new biology. *Nature News* 15 Feb.
- BALL, P. 2001b. Hot flush over in a flash. *Nature News* 4 Apr.
- BANNERT, N. & KURT, R. 2004. Retroelements and the human genome: New perspectives on an old relation. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **101** (2): 14572-14578.
- BARTEL, D.P. 2004. MicroRNAs: genomic, biogenesis, mechanism and function. *Cell* **116** (2): 281-297.
- BARTEL, D.P. & CHEN, Ch-Z. 2004. Micromanagers of Gene Expression: The Potentially Widespread Influence of Metazoan microRNAs. *Nature Reviews Genetics* **5**: 396-400.
- BARRY, M. & McFADDEN, G. 1998. Apoptosis regulators from DNA viruses. *Current Opinion Immunology* **10**: 422-430.
- BEARD, C. 2002. East of Eden at the Paleocene/Eocene Boundary. *Science* **295**(5562): 2028-2029.
- BEJERANO, G., PHEASANT, M. & MAKUNIN, I. 2004. Ultraconserved Elements in the Human Genome. *Science* **304** (5675): 1321-2325.
- BEKENSTEIN, J.D. 2003. La información en el universo holográfico. *Investigación y Ciencia* **325**: 36-43.
- BELL, P.J. 2001. Viral eukaryogenesis: was the ancestor of the nucleus a complex DNA virus?. *Journal of Molecular Evolution* **53**(3): 251-256.
- BELSHAW, R., PEREIRA, V., KATZOURAKIS, A., TALBOT, G., PAES, J., BURT, A. & TRISTEM, M. 2004. Long-term reinfection of the human genome by endogenous retroviruses. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **101** (14): 4894-4899.
- BENNETZEN, J.L., MA, J. & DEVOS, K.M. 2005. Mechanisms of Recent Genome Size Variation in Flowering Plants. *Annals of Botany* **95**(1): 127-132.
- BERES, S.B., SYLVA, G.L., BARBIAN K.D., LEI B., HOFF J.S., MAMMARELLA N.D., LIU M.Y., SMOOT J.C., PORCELLA S.F., PARKINS L.D., CAMPBELL D.S., SMITH T.M., McCORMICK J.K., LEUNG D.Y.M., SCHLIEVERT P.M. & MUSSER J.M. 2002. Genome sequence of a serotype M3 strain of group A *Streptococcus*: Phage-encoded toxins, the high-virulence phenotype and clone emergence. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **99**: 10078-10083.
- BERGTHORSSON, U., RICHARDSON, A.O., YOUNG, G.J., GOERTZEN, L.R. & PALMER, J.D. 2004. Massive horizontal transfer of mitochondrial genes from diverse land plants donors to the basal angiosperm *Amborella*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **101** (51): 17747-17752.
- BERKHOUT, B., VERHOEF, K., VANWAMEL, J.L. B., BACK, N.K.T. 1999. Identification of an Active

Reverse Transcriptase Enzyme Encoded by a Human Endogenous HERV-K Retrovirus.  
*Journal of Virology*, **73** (3): 2365-2375.

- BOEKE, J.D. 2003. The Unusual Phylogenetic Distribution of Retrotransposons: A Hypothesis. *Genetics Research* **13**:1975-1983.
- BROSIUS, J. 1999. Genomes were forged by massive bombardments with retroelements and retrosequences. *Genetica* **107** (1-3): 209-238.
- BROSIUS, J. 2003. The contribution of RNAs and retroposition to evolutionary novelties. *Genetica* **118**: 99-116.
- BROOThAERTS, W., MITCHELL, H.J., WEIR, B., KAINES, S., SMITH, L.M.A., YANG, W., MAYER, J.E., ROA-RODRÍGUEZ, C. & JEFFERSON, R.A. 2005. Gene transfer to plants by diverse species of bacteria. *Nature* **433**: 629-633.
- CABRERA, J. & CAMACHO, J.P.M. 2002. Fundamentos de genética de poblaciones. En M. SOLER (coord.) *Evolución. La Base de la Biología*. Proyecto sur de ediciones. Granada.
- CAPY, P., GASPERI, G., BIEMONT, C. & BAZIN, C. 2000. Stress and transposable elements: co-evolution or useful parasites?. *Heredity* **85**:101-106.
- CARROLL, R.L. 2000. Towards a new evolutionary synthesis. *Trends in Ecology and Evolution* **15** (1): 27-32.
- CENADOR, S. 2003. Los priones en la evolución. <http://www.uam.es/gebuam>
- COGHLAN, A. & WOLFE, K.H. 2004. Origins of recently gained introns in *Caenorhabditis*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **101** (31): 11362-11367.
- CRAIG, N.L. 1997. Target site selection in transposition. *Annual Review of Biochemistry* **66**: 437-474.
- CRICK, F. 1981. *Life itself*. Oxford University Press. Oxford.
- CURTIS, T.P., SLOAN, W.T. & SCANNELL, J.W. 2002. Estimating prokariotic diversity and its limits. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **99**(16): 10494-10499.
- DAWKINS, R. 1976. *The selfish gene*. Oxford University Press. Oxford.
- DE DUVE, C. 2005. The onset of selection. *Nature* **433**: 581-582.
- DELCHER, A.L., KASIF, S., FLEISCHMANN, R.D., PETERSON, J., WHITE, O. & SALZBERG, S.L. 2002. Fast algorithms for large-scale genome alignment and comparison. *Nucleic Acids Research* **30**: 2478-2483.
- DEWANNIEUX, M., ESNAULT, C. & HEIDMANN, T. 2003. LINE-mediated retrotransposition of marked ALU sequences. *Nature Genetics* **35**: 41-48.
- DOOLITTLE, W. F. 2000. Nuevo árbol de la vida. *Investigación y Ciencia*. **283**: 26-32.
- EISEMBERG, E., NEMZER, S., KINAR, Y., SOREK, R. & REHAVI, G. 2005. Is abundant A-to-I RNA editing primate-specific?. *Trends in Genetics* **21** (2): 77-81.
- ENGELMAN, A. 2005. The ups and downs of gene expression and retroviral DNA integration. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **102** (5): 1275-1276.
- ELDRIDGE, N. 1985. *Unfinished Synthesis*. Oxford University Press. Versión española: *Síntesis inacabada*. 1997. Ed. Fondo de cultura económica. México.
- ELGIN, S.C.R. & GREWAL, S. I. S. 2003. Heterochromatin: Silence is golden. *Current Biology* **13** (23): 895-898.
- ESNAULT, C., MAESTRE, J. & HEIDMANN, T. 2000. Human LINE retrotransposons generate processed



- pseudogenes. *Nature Genetics* **24**: 363-367.
- FEDOROV, A., ROY, S., FEDOROVA, L. & GILBERT, W. 2003. Mystery of Intron Gain. *Genetics Research* **13**: 2236-2241.
- FIVAZ, R. 1991. Thermodynamics of Complexity. *System Research* **8** (1): 19-32.
- FLAWELL, A. J. 1999. Long terminal repeat retrotransposons jump between species. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **91** (22): 12211-12212.
- FOUTS, D. E., MONGODIN E. F., MANDRELL R.E., MILLER W.G., RASKO D.A., RAVEL J., BRINKAC L.M., DEBOY R.T., PARKER C.T., DAUGHERTY S.C., DODSON R.J., DURKIN A.S., MADUPU R., SULLIVAN S.A., SHETTY J.U., AYODEJI M.A., SHVARTSBEYN A., SCHATZ M.C., BADGER J.H., FRASER C.M. & NELSON K.E. 2005. Major Structure Differences and Novel Potential Virulence Mechanisms from the Genomes of Multiple *Campylobacter* Species. *PLoS Biology* **3** (1): e40.
- FURANO, A. V. 2000. The biological properties and evolutionary dynamics of mammalian LINE-1 retrotransposons. *Progress in Nucleic Acid Research and Molecular Biology* **64**: 255-294.
- FUHRMAN, J. A. 1999. Marine viruses and their biogeochemical and ecological effects. *Nature* **399**: 415-417.
- GABUS, C., AUXILIEN, S., PECHOUX, C., DORMONT, D., SWIETNICKI, W., MORILLAS, M., SUREWICZ, W., NANDI, P. & DARLIX, J.L. 2001. The prion protein has DNA strand transfer properties similar to retroviral nucleocapsid protein. *Journal of Molecular Biology* **307** (4): 1011-1021.
- GARCÍA BELLIDO, A. 1999. Los genes del Cámbrico. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales (España)* **94** (4): 511-528.
- GARCÍA PAVÓN, A. 1969. *El reinado de Witiza*. Ed. Destino. Barcelona.
- GAUNTT, CH. & TRACY, S. 1995. Deficient diet evokes nasty heart virus. *Nature Medicine* **1** (5): 405-406.
- GOFFEAU, A. 2004. Evolutionary genomics: Seeing double. *Nature* **430**: 25-26.
- GOODMAN, L. S. & COUGHLIN, B. C. 2000. The evolution of evo-devo biology. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **97** (9): 4424-4425.
- GOODWIN, B. 1999. *Las manchas del leopardo: la evolución de la complejidad*. Tusquets, Barcelona.
- GÖRING, H.H. 2002. A bias-ed assesment of the use of SNPs in human complex traits *Current Opinion in Genetics & Development* **12**: 726-734.
- GRAHAM, L. E. & WILCOX, L.W. 2000. The origin of plants: Body plan changes contributing to a major evolutionary radiation. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **97** (9): 4535-4540.
- GRASSÉ, P. 1977. *La evolución de lo viviente*. H. Blume Ediciones, Madrid.
- GRICE, K., CAO, C., LOVE, M.E.G.D., BOTTCHE, R J., TWITCHETT, E., GROSJEAN, R.E., SUMMONS, S.C., TURGEON, DUNNING, W. & JIN, Y. 2005. Photic Zone Euxinia During the Permian-Triassic Superanoxic Event. *Science* **307**: 706-709.
- GU, X., WANG, Y. & GU, J. 2002. Age distribution of human gene families shows significant roles of both large and small-scale duplications in vertebrate evolution. *Nature Genetics* **32** (2): 205-209.
- GUPTA, R.S. 2000. The natural evolutionary relationships among prokaryotes. *Critical Reviews in Microbiology* **26**: 111-131.
- HAKEN, H. 1988. *Information and Self-organization*. Springer-Verlag, Berlín.
- HALL, B.K. 2003. Evo-Devo: evolutionary developmental mechanisms. *International Journal of*

*Developmental Biology* **47**: 491-495.

- HAN, J.S., SZAK, S.T. & BOEKE, J.D. 2004. Transcriptional disruption by the L1 retrotransposon and implications for mammalian transcriptomes. *Nature* **429**: 268-274.
- HARRIS, J.R. 1998. Placental endogenous retrovirus (ERV): Structural, functional and evolutionary significance. *BioEssays* **20**: 307-316.
- HAUGEN, P., SIMON, D.M. & BHATTACHARYA, D. 2005. The natural history of group I introns. *Trends in Genetics* **21** (2): 111-119.
- HENDRIX, R.W. 2004. Hot new virus, deep connections. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **101** (20): 7495-7496.
- HERBERT, A. & RICH, A. 1999. RNA processing and the evolution of eukaryotes. *Nature Genetics* **21**: 265-269.
- HERBERT, A. 2004. The four Rs of RNA-directed evolution. *Nature Genetics* **36**: 19-25.
- HIRANO, T. 2005. Cell biology: Holding sisters for repair. *Nature* **433**: 467-468.
- HO, K.M. & LIM, B.L. 2003. Co-expression of a prophage system and a plasmid system in *Bacillus subtilis*. *Protein Expression and Purification* **32** (2): 293-301.
- HOOD, D.W., DEADMAN, M.E., JENNINGS, M.P., BISERCIC, M., FLEISCHMANN, R.D., VENTER, J.C. & MOXON, E.R. 1996. DNA repeats identify novel virulence genes in *Haemophilus influenzae*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **93**: 11121-11125.
- HOUBAVIY, H.B., MURRAY, M.F., & SHARP, P.A. 2003. Embryonic stem cell-specific microRNAs. *Developmental Cell* **5**: 351-358.
- HUGHES, J.F. & COFFIN, J.M. 2001. Evidence of genomic rearrangements mediated by human endogenous retroviruses during primate evolution. *Nature Genetics* **29**: 487-489.
- HUGHES, A.L. & FRIEDMAN, R. 2003. Genome-Wide Survey for Genes Horizontally Transferred from Cellular Organisms to Baculoviruses. *Molecular Biology and Evolution* **20** (6): 979-987.
- IWAMA, H. & GOJOBORI, T. 2004. Highly conserved upstream sequences for transcription factor genes and implications for the regulatory network. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **101**: 16983-16984
- JAMAIN, S., GIRONDOT, M., LEROY, P., CLERGUE, M., QUACH, H., FELLOUS, M. & BOURGERON, T. 2001. Transduction of the human gene FAM8A1 by endogenous retrovirus during primate evolution. *Genomics* **78**: 38-45.
- JOHN, B., ENRIGHT, A.J., ARAVIN, A., TUSCHL, T., SANDER, C. & MARKS, D.S. 2004. Human MicroRNA Targets. *PLoS Biology* **2** (11): e363.
- JOHNSON, W.E. & COFFIN, J.M. 1999. Constructing primate phylogenies from ancient retrovirus sequences: *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **96** (18): 10254-10260.
- JORDAN, I.K. 2003. Origin of a substantial fraction of human regulatory sequences from transposable elements. *Trends in Genetics* **19** (2): 68-72.
- Kafri, R., BAR-EVEN, A. & PILPEL, Y. 2005. Transcription control reprogramming in genetic backup circuits. *Nature Genetics* **37**: 295-299.
- KAUFFMAN, S.A. 1993. *The Origins of Order: Self-organization and Selection in Evolution*. Oxford University Press. Oxford.

- KAZAZIAN, H.H., JR., WONG, C., YOUSSEFIAN, H., SCOTT, A.F., PHILLIPS, D.G., ANTONARAKIS, S.E. 1988. Haemophilia A resulting from de novo insertion of L1 sequences represents a novel mechanism for mutation in man. *Nature* **332**(6160): 164-166.
- KAZAZIAN, H.H. Jr. 2000. L-1 Retrotransposons Shape the Mammalian Genome. *Science* **289** (5842): 1152-1153.
- KERR, R. 1995. Did Darwin get it All Right?. *Science* **267**: 1421.
- KERR, R. 2002. A Trigger for the Cambrian Explosion?. *Science* **298** (5598): 1547.
- KHIL, P.P., OLIVER, B., CAMERINI-OTERO, R.D. 2005. X for intersection: retrotransposition both on and off the X chromosome is more frequent. *Trends in Genetics* **21**: 3-7.
- KIDWELL, M. & LISCH, P. 1997. Transposable elements as source of variation in animals and plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **94**: 7704-7711.
- KIDWELL, M.G. & LISCH, D.R. 2000. Transposable elements, parasitic DNA and genome evolution. *Evolution* **55**: 1-24.
- KIM, A., TERZIAN, C., SANTAMARIA, P., PELISSON, A., PRUD'HOMME, N. & BUCHETON, A. 1994. Retroviruses in invertebrates. The Gypsy retrotransposon is apparently an infectious retrovirus of *Drosophila melanogaster*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **91** (4): 1285-1289.
- KJELLMAN, C., SJOGREN, H.O., SALFORD, L.C. & WIDEGREN, B. 1999. HERV-F(XA34) is a full-length human endogenous retrovirus expressed in placental and fetal tissues. *Gene* **239** (1): 99-107.
- KLOCKGETHER, J., REVA, O., LARBIG, K. & TÜMLER, B. 2004. Sequence analysis of the mobile genome island Pklc102 of *Pseudomonas aeruginosa* C. *Journal of Bacteriology* **186** (2): 518-534.
- KMITA, M. & al. 2002. Serial deletions and duplications suggest a mechanism for the colinearity of *Hox* genes in limbs. *Nature* **420**: 145-180.
- KONDO-IIDA, E., KOBAYASHI, K & WATANABE, M. 1999. Novel mutations and genotype-phenotype relationships in 107 families with Fukuyama-type congenital muscular dystrophy (FCMD). *Human Molecular Genetics* **8**: 2303-2309.
- KRISHNAPILLAI, V. 1996. Horizontal gene transfer. *Journal of Genetics* **75** (2): 219-232
- LANDER, E.S., LINTON, L.M. & BIRREN, B. 2001. Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature* **409**:860-921.
- LANDRY, J.R., ROUHI, A., MEDSTRAND, P. & MAGE, D.L. 2002. The Opitz Syndrome Gene *Mid1* Is Transcribed from a Human Endogenous Retrovirus Promoter. *Molecular Biology and Evolution* **19**: 1934-1942.
- LEWONTIN, R.C. 1993. *The doctrine of DNA. Biology as ideology*. Penguin Books. London, New York.
- LÖNNIG, W.W. & SAEDLER, H. 2003. Chromosome Rearrangements and Transposable Elements. *Annual Reviews of Genetics* **36** (1): 389-416.
- LÖWER, R., LOWER, J. & KURTH, R. 1996. The viruses in all of us: Characteristics and biological significance of human endogenous retrovirus sequences. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **93**: 5177-5184.
- LIU, S. & ALTMAN, R.B. 2003. Large scale study of protein domains distribution in the context of alternative splicing. *Nucleic Acids Research* **31** (16): 4828-4835.
- MADSEN, O., SCALLY, M., DOUADY, C.J., KAO, D.J., DEBRY, R.W., ADKINS R., AMRINE, H.M., STANHOPE, M.J., DE JONG, W.W. & SPRINGER, M.S. 2001. Parallel adaptative radiations in two major clades

of placental mammals. *Nature* **409**: 610-614.

MAKALOWSKY, W. 2003. Not Junk After All. *Science* **300**: 1246-1247.

MAMEDOV, I., BATRAK, A., BUZDIN, A., ARZUMANYAN, E., LEBEDEV, Y. & SVERDLOV, E.D. 2002. Genome-wide comparison of differences in the integration sites of interspersed repeats between closely related genomes. *Nucleic Acids Research* **30** (14): e71.

MARGULIS, L. & SAGAN, D. 1995. *Wat is life?*. Simon & Schuster. New York, London.

MARJORI, A. & BIRCHLER, J.A. 2005. RNAi-Mediated Pathways in the Nucleus. *Nature Reviews Genetics* **6**: 24-35.

MARKINE-GORIAVNOFF, N. & al. 2004. Glycosyltransferases encoded by viruses. *Journal of General Virology* **85**: 2741-2754.

MATTHEW, P.H. & PALUMBI, S.R. 2003. High Intron Sequence Conservation Across Three Mammalian Orders Suggests Functional Constraints. *Molecular Biology and Evolution* **20** (6): 969-978.

MATTICK, J.S. 2001. Non-coding RNAs: the architects of eukariotic complexity. *EMBO Reports* **2** (11): 986-991.

MATTICK, J.S. & GAGEN, M.J. 2001. The Evolution of Controlled Multitasked Gene Networks: The Role of Introns and Other Noncoding RNAs in the Development of Complex Organisms. *Molecular Biology and Evolution* **18**: 1611-1630.

MATTICK, J.S. 2003. Challenging the Dogma: the hidden layer of non-protein-coding RNAs in complex organisms. *Bio Essays* **25**: 930-935.

MATTICK, J.S. 2004. DNA regulation: A new Genetics?. *Nature Reviews Genetics* **5**: 316-323.

MATURANA, H. & VARELA, F. 1999. *El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del conocimiento humano*. (3ª Ed.) Debate, Madrid.

MAXFIELD, L.F., FRAIZE, C.D. & COFFIN, J.M. 2005. Relationship between retroviral DNA-integration-site selection and host cell transcription. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **102** (5): 1436-1441.

McLYSAGHT, A. & al. 2002. Extensive genomic duplication during early chordate evolution. *Nature Genetics* **31** (2): 200-204.

MEDRANO-SOTO, A., MORENO-HAGELSIEB, G., VINUESA, P., CHRISTEN, J. A. & COLLADO-VIDES, J. 2004. Successful Lateral Transfer Requires Codon Usage Compatibility Between Foreign Genes and Recipient Genomes. *Molecular Biology and Evolution* **21**(10): 1884-1899.

MEDSTRAND, P. & MAG, D.L. 1998. Human-Specific Integrations of the HERV-K Endogenous Retrovirus Family. *Journal of Virology* **72** (12): 9782-9787.

MI, S., XINHUA LEE, XIANG-PING LI, GEERTRUIDA M. VELDMAN, HEATHER FINNERTY, LISA RACIE, EDWARD LAVALLIE, XIANG-YANG TANG, PHILIPPE EDOUARD, STEVE HOWES, JAMES C. KEITH & JOHN M. MCCOY 2000. Syncitin is a captive retroviral envelope protein involved in human placental morphogenesis. *Nature* **403**: 785-789.

MORAN, J.V., ZIMMERLY, S., ESKES, R., KENNEL, J.C. & LAMBOWITZ, A.M. 1995. Mobil group II introns of yeast mitochondrial DNA are novel site-specific retroelements. *Molecular and Cellular Biology* **15** (5):2828-2838.

MORENO, M. 2002. Botánica y evolución. *Arbor* **677**: 59-99.

MOUSE GENOME SEQUENCING CONSORTIUM. 2002. Initial sequencing and comparative analysis of the

mouse genome. *Nature* **420**: 520-562.

- MUIR, A., LEVER, A. & MOFFETT, A. 2004. "Expression and functions of human endogenous retrovirus in the placenta: an update. *Placenta* **25** (A): 16-25.
- MURPHY, W.J., EIZIRIK, E., JOHNSON, W.E., ZHANG, Y.P., RYDER, O.A. & O'BRIEN, S.J. 2001. Molecular phylogenetics and the origin of placental mammals. *Nature* **409**: 614-618.
- NADEAU, J.H. 2002. Single nucleotide polymorphisms: Tackling complexity. *Nature* **420**: 517-518.
- NEKRUTENKO, A. & LI, W.H. 2001. Transposable elements are found in a large number of human protein-coding genes. *Trends in Genetics* **17**: 619-621.
- NIKAIDO, M., NISHIHARA, H., HUKUMOTO, Y. & OKADA, N. 2003. Ancient SINEs from African Endemic Mammals. *Molecular Biology and Evolution* **20** (4): 522-527.
- OLTVAI, Z.N. & BARABASI, A.L. 2002: Life's Complexity Pyramid. *Science* **298** (5549): 763-764.
- OMELCHENKO, M.V., MAKAROVA, K.S., WOLF, Y.I., ROGOZIN, I.B. & KOONIN, E.V. 2003. Evolution of mosaic operons by horizontal gene transfer and gene displacement *in situ*. *Genome Biology* **4**(9): R55.
- OTTO, S. P. & YOUNG, P. 2002. The evolution of genes duplicates. *Advances in Genetics*, **46**: 451-483.
- PEARSON, H. 2003. DNA: Beyond the double helix. *Nature* **421**: 310-312.
- PEASTON, A.E., EVSIKOV, A.V., GRABER, J.H., DE VRIES, W.N., HOLBROOK, A.E., SOLTER, D. & KNOWLES, B.B. 2004. Retrotransposons regulate Host Genes in Mouse Oocytes and Preimplantation Embryos. *Developmental Cell* **7**: 597-606.
- PENNISI, E. 1998. A Closer Look at SNPs Suggests Difficulties. *Science* **281** (5384): 1787-1789.
- PENNISI, E. 2004. Searching for the Genome's Second Code. *Science* **306**: (5696) 632-635.
- PERINCHERI, S., DINGLE, R.W.C., PETERSON, M.L. & SPEAR, B.T. 2005. Hereditary persistence of  $\alpha$ -fetoprotein and H19 expression in liver of BALB/c5 mice is due to a retrovirus insertion in the *Zhx2* gene. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **103**: 396-401.
- PEVZNER, P. & TESLER, G. 2003. Human and mouse genomic sequences reveal extensive breakpoint reuse in mammalian evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **100**(13): 7672-7677.
- PEVZNER, P. & TESLER, G. 2003. Genome Rearrangements in Mammalian Evolution: Lessons from Human and Mouse Genomes. *Genome Research* **13**: 37-45.
- PFEFFER, S., ZAVOLAN, M., GRASSER, F.A., CHIEN, M., RUSSO, J.J., JU, J., JOHN, B., ENRIGHT, A.J., MARKS, D., SANDER, C. & TUSCHL, T. 2004. Identification of virus-encoded microRNAs. *Science* **304** (5671): 734-736.
- PYATKOV, K.I., SHOSTAK, N.G., ZELENTOVA, E.S., LYOZIN, G.T., MELEKHIN, M.I., FINNEGAN, D.J., KIDWELL, M.G. & EVGEN'EV, M.B. 2002. *Penelope* retroelements from *Drosophila virilis* are active after transformation of *Drosophila melanogaster*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **99** (25): 16150-16155.
- PAPP, B., PÁL, C. & HURST, L.D. 2003. Dosage sensitivity and the evolution of gene family in yeast. *Nature* **424**: 194-197.
- PIERCE, S.K., MASSEY, S.E., HANTEN, J.J. & CURTIS, N.E. 2003. Horizontal Transfer of Functional Nuclear Genes Between Multicellular Organisms. *Biological Bulletin* **204**: 237-240.
- PRIGOGINE, I. 1980. *From Being to Becoming: Time and Complexity in the Physical Sciences*. W. H. Freeman, San Francisco.

- QIU, W-G., SCHISLER, N. & STOLTZFUS, A. 2004. The Evolutionary Gain of Spliceosomal Introns: Sequence and Phase Preferences *Molecular Biology and Evolution* **21** (7): 1252-1263.
- REINHART, B.J. & BARTEL, D.P. 2002. Small RNAs Correspond to Centromere Heterochromatic Repeats. *Science* **297**: 1831.
- REINHART, B.J., WEINSTEIN, E., RHOADES, M., BARTEL, B., BARTEL, D. 2002. MicroRNAs in plants. *Genes & Development* **16**(13): 1616-1626.
- RICE, G. & al., 2004. The structure of a thermophilic archaeal virus shows a double-stranded DNA viral capsid type that spans all domains of life” *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **101**: 7716-7720.
- ROHDE, R. & MULLER, R.A. 2005. Cycles in fossil diversity. *Nature* **434**: 208-210.
- RONEMUS, M. & MARTIENSSSEN, R. 2005. RNA INTERFERENCE: METHYLATION MYSTERY. *NATURE* **433**: 472-473.
- ROZEN, S., SKALETSKY, H., MARSZALEK, J.D., MINX, P.J., CORDUM, H.S., WATERSTON, R.H., WILSON, R.K., PAGE, D.C. 2003. Abundant gene conversion between arms of palindromes in human and ape Y chromosomes. *Nature* **423**: 873-876.
- RUTHERFORD, S.L. & LINDQUIST, S. 1998. *HSp 90* as a capacitor for morphological evolution. *Nature* **396**: 336-342.
- RYAN, F. 2004. Human endogenous retroviruses in health and disease: a symbiotic perspective. *Journal of the Royal Society of Medicine*, **97**: 560-565.
- SANDÍN, M. 1995. *Lamarck y los mensajeros. La función de los virus en la evolución*. Editorial Istmo. Madrid.
- SCHAWALDER, J., PARIC, E. & NEFF, N.F. 2003. Telomere and ribosomal DNA repeats are chromosomal target of the bloom syndrome DNA helicase. *BioMed Central Cell Biology* **4**: 11.
- SCHINDEWOLF, O. 1993. *Basic Questions in Paleontology: Geologic Time, Organic Evolution and Biological Systematics*. The University of Chicago Press. Chicago.
- SCHRAMKE, V. & ALLSHIRE, R. 2003. Hairpin RNAs and retrotransposon LTRs effect RNAi and chromatin based gene silencing. *Science* **301**: 1069-1074.
- SEGRÉ, D., DELUNA, A., CHURCH, G.M. & KISHONY, R. 2004. Modular epistasis in yeast metabolism. *Nature Genetics*, **37**: 77-83.
- SEMPERE, L.F., FREEMANTLE, S., PITHA-ROWE, I., MOSS, E., DMITROVSKY, E. & AMBROS, V. 2004. Expression profiling of mammalian microRNAs uncovers a subset of brain-expressed microRNAs with possible roles in murine and human neuronal differentiation. *Genome Biology* **5**: R13.
- SEN, CH-H. & STEINER, L.A. 2004. Genome Structure and Thymic Expression of an Endogenous Retrovirus in Zebrafish. *Journal of Virology* **78** (2): 899-911.
- SHAPIRO, J.A. 2002. Genome Organization and Reorganization in Evolution. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **981**: 111-134.
- SKALETSKY, H., KURODA-KAWAGUCHI, T., MINX, P.J., CORDUM, H.S., HILLIER, L., BROWN, L.G., REPPING, S., PYNTIKOVA, T., ALI, T.J., BIERI, T., CHINWALLA, A., DELEHAUNTY, A., DELEHAUNTY, K., DU, H., FEWELL, G., FULTON, L., FULTON, R., GRAVES, T., HOU, S.-F., LATRIELLE, P., LEONARD, S., MARDIS, E., MAUPIN, R., MCPHERSON, J., MINER, T., NASH, W., NGUYEN, C., OZERSKY, P., PEPIN, K., ROCK, S., ROHLFING, T., SCOTT, K., SCHULTZ, B., STRONG, C., TIN-WOLLAM, A., YANG, S.-P., WATERSTON, R.H., WILSON, R.K., ROZEN, S. & PAGE, D.C. 2003. The male-specific region of the human Y chromosome is a mosaic of discrete sequence classes. *Nature* **423**: 825-837.

- SMIT, A.F.A. & RIGGS, A.D. 1995. Ancestral, Mammalian-wide Subfamilies of LINE-1 Repetitive Sequences *Journal of Molecular Biology*, **246** (3): 401-417.
- SMIT, A. 1999. Interspersed repeats and other mementos of transposable elements in mammalian genomes *Current Opinion in Genetics & Development*, **9** (6): 657-663.
- SMITH, D.E., TANS, S.J., SMITH, S.B., GRIMES, S., ANDERSON, D.L. & BUSTAMANTE, C. 2001. The bacteriophage portal motor can package DNA against a large internal force. *Nature* **413**: 748-751.
- SPECTOR, L. & ROBINSON, A. 2002. Genetic Programming and Autoconstructive Evolution with the Push Programming Language. *Genetic Programming and Evolvable Machines* **3** (1): 7-40.
- STEIN, L.D. 2004. Human genome: end of the beginning. *Nature* **431**: 915-916.
- STOYE, J. & COFFIN, J.M. 2000. Reproductive Biology : A provirus put to work. *Nature* **403**: 715-717.
- SVERDLOV, E.D. 2000. Retroviruses and Human evolution. *BioEssays* **22**: 161-171.
- SYVANEN, M. 1994. Horizontal Gene Transfer: Evidence and Possible Consequences. *Annual Review of Genetics*, **28**, 237-261.
- TAFT, R.J. & MATTICK, J.S. 2003. Increasing biological complexity is positively correlated with the relative genome-wide expansion of non-protein-coding DNA sequences. *Genome Biology* **5**: P1.
- TER-GRIGOROV, S.V., KRIFUKS, O., LIUBASHEVSKY, E., NYSKA, A., TRAININ, Z. & TODER, V. 1997. A new transmissible AIDS-like disease in mice induced by alloimmune stimuli. *Nature Medicine* **3** (1): 37-41.
- THE ARABIDOPSIS GENOME INITIATIVE. 2000. Analysis of the genome sequence of the flowering plant *Arabidopsis thaliana*. *Nature* **488**: 796-815.
- THE HUMAN GENOME SEQUENCING CONSORTIUM. 2001. Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature* **409**: 860-921.
- TIMAKOV, B., LIU, X., TURGUT, I. & ZHANG, P. 2002. Timing and Targeting of P-Element Local Transposition in the Male Germline Cells of *Drosophila melanogaster*. *Genetics* **160**: 1011-1022.
- TOPP, L.N. 2004. Centromere-encoded RNAs are integral components of the maize kinetocore. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **101** (45): 15986-15991.
- TRISTEM, M., MYLES, T. & HILL, T. 1995. A highly divergent retroviral sequence in the tuatara (Sphenodon). *Virology* **210**: 1.
- TRUE, H.L., BERLIN, I. & LINDQUIST, S.L. 2004. Epigenetic regulation of translation reveals hidden genetic variation to produce complex traits. *Nature* **431**: 184-187.
- VAN DE LAGEMAAT, L.N., LANDRY, J.R., MAGER, D.L. & MEDSTRAND, P. 2003. Transposable elements in mammals promote regulatory variation and diversification of genes with specialized functions. *Trends in Genetics* **19** (10): 530-536.
- VAN DER BERG, T.K., YODER, J.A. & LITMAN, G.W. 2004. On the origins of adaptive immunity: innate immune receptors join the tale. *Trends in Immunology* **25** (1): 11-16.
- VAN GENT, D.C., MIZUUCHI, K. & GELLERT, M. 1996. Similarities Between Initiation of V(D)J

- Recombination and Retroviral Integration. *Science* **271** (5255): 1592-1594.
- VEITIA, R.A. 2004. Gene dosage balance: deletions, duplications and dominance. *Trends in Genetics* **21** (1): 33-35.
- VENABLES, P. J. 1995. Abundance of an endogenous retroviral envelope protein in placental trophoblast suggests a biological function. *Virology* **211**: 589-592.
- VILLAREAL, L.P. & DE FILIPPIS, V.R. 2000. A Hypothesis for DNA Viruses as the Origin of Eukaryotic Replication Proteins. *Journal of Virology* **74** (15): 7079-7084.
- VITALI, P., ROYO, H., SEITZ, H., BACHELLERIE, J.P., HÜTTENHOFER, A. & CAVAILLÉ, J. 2003. Identification of 13 Novel Human Modification Guide RNAs. *Nucleic Acids Research* **31** (22): 6543.
- VON BERTALANFFY, L. 1950. The theory of open systems in physics and biology. *Science* **11**: 23-29.
- VON STERNBERG, R. 2002. On the Roles of Repetitive DNA Elements in the context of a Unified Genomic-Epigenetic System. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **981**: 154-188.
- WAGNER, P.L. & WALDOR, M.H. 2002. Bacteriophage control of bacterial virulence. ”. *Infection and Immunity*, **70**: 6242-6250.
- WASHIETL, S., HOFACKER, I.L. & STADLER, P.F. 2005. Fast and reliable prediction of noncoding RNAs. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **102** (7): 2454-2459.
- WĘGRZYN, G. 1999. Replication of Plasmids during Bacterial Response to Amino Acid Starvation. *Plasmid* **41** (1): 1-16.
- WĘGRZYN, G. & WĘGRZYN, A. 2002. Stress responses and replication of plasmids in bacterial cells. *Microbial Cell Factories*, **13**, 1 (1): 2.
- WENDEL, J.F. & WESSLER, S.R. 2000. Retrotransposon-mediated genome evolution on a local ecological scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **97**: 6250-6252.
- WESSLER, S.R. 1996. Plants retrotransposons: Turned on by stress. *Current Biology* **6** (8): 959-961.
- WILLIAMSON, P.G. 1983. Speciation in molluscs from Turkana Basin. *Nature* **302**: 659-663.
- WOOLFE, A., GOODSON, M., GOODE, D.K., SNELL, P., MCEWEN, G.K., VAVOURI, T., SMITH, S.F., NORTH, P., CALLAWAY, H., KELLY, K., WALTER, K., ABNIZOVA, I., GILKS, W. & YVONNE, J.K. 2005. Highly Conserved Non-Coding Sequences Are Associated with Vertebrate Development. *PLoS Biology* **3** (1): e7.
- XU, Q., MODREK, B. & LEE, C. 2002. Genome-wide detection of tissue-specific alternative splicing in the human transcriptome. *Nucleic Acid Research* **30** (17): 3754-3766.
- YANG, F., ALKALAEVA, E.Z., PERELMAN, P.L., PARDINI, A.T., HARRISON, W.R., O'BRIEN, P.C.M., FU, B., GRAPHODATSKY, A.S., FERGUSON-SMITH, M.A. & ROBINSON, T.J. 2003. Reciprocal chromosome painting among human, aardvark and elephant (Superorder Afrotheria) reveals the likely eutherian ancestral karyotype. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **100** (3): 1062-1066.
- YEKTA, S., LIM, L.P., BARTEL, D.P. & BURGE, C.B. 2004. MicroRNA-directed cleavage of HOXB8 mRNA. *Science* **304** (5670): 594-596.
- ZHOU, L., MITRA, R., ATKINSON, P.W., HICKMAN, A.B., DYDA, F., & CRAIG, N.L. (2004). Transposition of *hAT* elements links transposable elements and V(D)J recombination. *Nature* **432**: 995-1001.



## ¿PENSAMIENTO ÚNICO O AUSENCIA DE PENSAMIENTO?

### Una llamada a la reflexión.

(Julio, 2004)

Máximo Sandín

"Nada mejor para enmascarar la ausencia de pensamiento que la profusión de palabras". Esta frase, o alguna parecida, leída en algún texto poético, puede ser un certero diagnóstico de la crisis intelectual en que parece sumido el Mundo. El "pensamiento **único**", asumido, al parecer como **único** modelo social posible por los dirigentes del "sistema" ha consagrado al "mercado" como el **único** agente de regulación social, lo que ha conducido a dejar el destino de la Humanidad al albur de "la mano invisible del mercado" de Adam Smith, un concepto basado en un análisis de la realidad mezquinamente simplista (o simplistamente mezquino) en el que los verdaderos "productores de la riqueza" son considerados algo menos que materias primas. La consecuencia de esta catástrofe intelectual es que el Mundo ha quedado en manos de personas sin escrúpulos que lo han llevado a una situación límite como consecuencia del expolio de la Naturaleza y de los pueblos "no competitivos". Un expolio sistemático disfrazado con el nombre de "liberalismo" como falso sinónimo de libertad. Y para conferir un carácter científico a este auténtico yermo del pensamiento se han creado términos, conceptos e incluso teorías igualmente vacíos de los que se habla como si tuvieran una existencia real: "el precio del dinero", los "índices bursátiles", el "capital financiero", el "índice de consumo" y algunos tan hipócritas como "la libre competencia" o "la renta per cápita". Con estas bases científicas no resulta extraña la satisfacción de los expertos con la entrada de China en el "libre mercado" porque ya son "6000 millones de consumidores". Esta especie de "pereza mental", de no querer detenerse a reflexionar sobre el camino al que nos está conduciendo "la mano invisible (y rapaz) del mercado" parece un síntoma de decadencia (incluso un indicio de catástrofe) de nuestra "civilización".

Pero el pensamiento **único** no se ha detenido en el ámbito de la economía. La aparente necesidad de descargar responsabilidades en algún tipo de "poder incontrolable" se traduce en la explicación de la Naturaleza mediante la omnipotencia, igualmente aleatoria e imprevisible, de la selección natural: el **único** motor de la evolución de la vida y de las relaciones entre los seres vivos, cuyo fundamento es una competencia permanente de todos contra todos. Y, del mismo modo, la profusión de "términos científicos" creados en torno a ella (la *fitness*, el "coeficiente de selección", el "valor reproductivo", el "equilibrio genético"...) constituyen los puntales, apoyados en el aire de una Naturaleza inventada, que soportan la base del pensamiento **único** biológico.

No quisiera resultar demasiado cruel, porque comprendo perfectamente las circunstancias y las actitudes de los especialistas que han dedicado su vida a explicar (o a entender) la evolución según las hipótesis matemáticas de la Genética de poblaciones, pero ya resulta evidente que los datos reales existentes, especialmente sobre Biología del desarrollo y Genética molecular y la extrema complejidad de los procesos y fenómenos implicados en la construcción y en las diferencias entre los organismos, llevan, necesariamente, a que se puedan descartar todos los tópicos asociados y derivados de ella (y, en general, de la Síntesis "moderna"). La información genética no se encuentra localizada exclusivamente en "los genes", sino que es el producto de la interacción de ADN, ARN y un gran número de complejísimas proteínas, y está condicionada por el ambiente (*Life's Complexity Pyramid*. Oltvai y Barabasi; Nature, 2003). Es más: Los *Homeoboxes*, las duplicaciones (en mayor o menor escala), las remodelaciones genómicas, la transferencia horizontal de genes, los procesos de regulación de la expresión génica, los fenómenos epigenéticos... resultan **hechos** observables empíricamente, y no parecen tener la menor relación con las hipótesis de partida, jamás verificadas en la Naturaleza, de la Genética de poblaciones.

En cualquier caso, da la impresión de que la teoría convencional (el pensamiento único) es capaz de "asimilar" todos estos procesos, por complejos que sean, como "una forma más de variación", y sólo con "demostrar" que en la Naturaleza existe algo llamado selección natural, se da la teoría por

validada al completo. No me cansaré de insistir en algo que han resaltado muchos (o, al menos, algunos) otros: resulta dudosamente científico pretender explicar el "funcionamiento" de la Naturaleza mediante la extrapolación de unas actividades humanas "antinaturales" como son las de selección forzada, en animales y plantas, de características muchas veces inviábiles en condiciones naturales. La, ya clásica, "demostración" de la existencia de la selección natural en los textos científicos adolece de una penosa inconsistencia lógica: el supuesto experimento de la famosa *Biston betularia* (no entraremos en la autenticidad del experimento) según el cual las polillas supervivientes a los predadores como resultado de su mejor mimetismo son el resultado de la actuación de la selección natural, es suficiente para dar por sentado que éste es el mecanismo de cambio evolutivo, a pesar de que las polillas supervivientes ya existían antes, exactamente iguales. Y con esta base empírica es posible explicar la enorme diversidad y complejidad morfológica, genética y fisiológica de los seres vivos, simplemente, "con el tiempo", y todo lo que existe (ya sean órganos, estructuras o "simples" proteínas), es "porque ha sido seleccionado".

Pero, dado el carácter "intocable" de este concepto, no voy a hacer perder el tiempo a los (hipotéticos) lectores profundizando en su discusión. Si es necesario, haré el (para mí, durísimo) ejercicio intelectual de admitir (por "imperativo categórico") que en la Naturaleza hay unos animales "más aptos" que otros. Que las hembras prefieren los animales "más aptos". Que los machos "más aptos" dejan más descendientes que otros (incluso que los "menos aptos" no dejan ninguno, porque los "más aptos" se quedan con todas las hembras, "aptas" o no). Que en la Naturaleza todos los seres vivos compiten entre sí, permanentemente, incluso las células los "genes" y las proteínas (me van a disculpar, pero esto último ya es demasiado duro...) ¿Alguien sería tan amable de explicarme qué tiene que ver esta durísima vida (sólo comparable con las de un "ejecutivo agresivo" o un científico "puntero") con las remodelaciones genómicas y embriológicas asociadas con la evolución?

Este modo de interpretar las relaciones entre los seres vivos parece ser la herencia de toda una concepción de la Naturaleza con hondas (y decimonónicas) raíces culturales (compartidas, por cierto, con la teoría "científica" de "la mano invisible del mercado"). Pero si se considera científicamente admisible que la Naturaleza se pueda describir como una especie de infierno (¡la jungla!) plagado de peligros, en el que todos acechan esperando la ocasión para exterminarse (una concepción que me resulta incomprensible en un biólogo amante y admirador de ella) y mediante una gran profusión de metáforas ("la Reina roja", "Barba verde", "el dilema del prisionero"...), y de conceptos económicos (coste-beneficio, explotación de recursos, competitividad, estrategias...), es de suponer que también será admisible científicamente la posibilidad de interpretarla mediante los conceptos de la Teoría General de Sistemas: Según ésta, un sistema se define como un conjunto organizado de partes interactuantes e interdependientes que se relacionan formando un todo unitario y complejo. Entre los distintos tipos de sistemas, los seres vivos se ajustan a las características de los llamados "sistemas orgánicos u homeostáticos" (capaces de ajustarse a los cambios externos e internos) y están organizados en subsistemas que conforman un sistema de rango mayor (macrosistema). Los sistemas complejos adaptativos son, según los físicos, muy estables y no son susceptibles a cambios en su organización, pero ante un desequilibrio suficientemente grave, su respuesta es binaria: un colapso catastrófico o un salto en el nivel de complejidad (debido a su tendencia a generar patrones de comportamiento global). Es decir: **adaptación** (ajuste al entorno) y **evolución** (cambio de organización) constituyen procesos diferentes.

Tal vez les parezca a algunos lectores una interpretación tan metafórica como las citadas (aunque, ciertamente, menos desagradable), pero lo que resulta innegable es que son conceptos aplicables a los **datos** biológicos existentes y no a supuestos comportamientos o intenciones. No parece necesario extenderse en la descripción de la Naturaleza mediante estos conceptos: células, órganos y tejidos, organismos, especies, ecosistemas... se organizan de esta manera. Pero sí puede ser conveniente detenernos en el modo en que estos sistemas cambian y en los datos que tenemos sobre la evolución de la vida: los primeros seres vivos de que tenemos constancia son las bacterias (sistemas de un elevado grado de complejidad). Los datos empíricos han demostrado

fehacientemente que las células eucariotas se formaron por integración de bacterias, y los organismos multicelulares están formados por agregaciones de distintos tipos de células, cuya organización viene controlada por un "programa embrionario". Detengámonos un momento en las características de estos programas: el desarrollo embrionario animal y vegetal está coordinado (entre otras cosas) por grupos de genes/proteínas denominados *Homeoboxes* cuyos genes están organizados en "**secuencias repetidas en tandem**". Sabemos que los responsables de las "repeticiones del ADN" son los denominados *retrotransposones* (que hacen copias de sí mismos), por lo que la información contenida en los genes homeóticos deriva, obviamente, de la contenida en los *retrotransposones*. En cuanto al origen de los *retrotransposones*, resulta aplastantemente evidente, tanto por su estructura, como por sus componentes, que son derivados de *retrovirus* que han perdido, en mayor o menor medida, los genes correspondientes a la formación de su (complejísima) cápsida. (*The bacteriophage O29 portal motor can package DNA against a large internal force*. Smith et al., 2001. Nature.) Por otra parte, en lo genomas animales y vegetales existe una considerable proporción de "virus endógenos", considerados inicialmente como "parásitos" (en función de las interpretaciones "economicistas" de la Naturaleza), pero que se han mostrado como parte constitutiva y esencial de los genomas. (*Our retroviral heritage*. Patience et al., 1997. Trends Genet.). No parece absurdo plantear que su información biológica tiene mucho que ver, entre muchas otras cosas, con el origen (por integración de sistemas) de los "elementos móviles", de las "repeticiones" y, por tanto, de una gran parte de los genomas (*Transposable elements as source of variation in animals and plants*. Kidwell y Lisch, 1997. PNAS).

Es evidente que estos planteamientos tan radicalmente diferentes de la visión convencional, en la que los biólogos estamos mentalmente "adiestrados", necesitarían, para ser desarrollados, mucho más espacio y mucha reflexión, y no voy a pedir a los lectores darwinistas "convencidos" el sacrificio de perder su "valioso" tiempo en leer, (por ejemplo, en artículos publicados en esta página o en Arbor N° 677, 2002) argumentos y datos mas elaborados y documentados, porque ni siquiera tengo excesiva confianza en que tengan paciencia para acabar de leer estos. Pero creo que merece la pena, por si a alguien le pudiera interesar, relacionarlos muy sucintamente con algunos fenómenos evolutivos que parecen claramente constatados. Los cambios evolutivos (los grandes **cambios de organización**, que no tienen nada que ver con los fenómenos demográficos) se producen siempre en relación con fenómenos catastróficos que suelen coincidir con los inicios de los grandes períodos biológicos (que, desde antiguo, han recibido sus denominaciones en función de las faunas distintivas que los caracterizan), unos cambios que han afectado a los ecosistemas en su totalidad y que han sido descritos como "**remodelaciones radicales de la biota**" (*East of eden at the Paleocene/Eocene Boundary*. Beard, 2003. Science). Los cambios de la organización general de un organismo **no pueden producirse gradualmente** por un motivo puramente embriológico, y es que los estados embrionarios están organizados de una manera jerarquizada e interconectada (los cambios afectan "en cascada" a la totalidad del organismo), de forma que cuanto mayor sea la diferencia entre un patrón y otro, más temprana es la fase del desarrollo en que se ha de producir el cambio (*Developmental Biology: Molecular Feedback*. Niehrs y Meinhardt, 2002. Nature). Y esto es lo que nos describe, honestamente, el prestigioso paleontólogo Otto H. Schindewolf: *Nosotros encontramos que la estructura organizadora de una Familia o un Orden no surge como resultado de modificaciones continuas en una larga cadena de especies, sino mas bien por medio de una repentina y discontinua remodelación del complejo tipo de Familia a Familia, de Orden a Orden, de Clase a clase* (Ekkehard y Saedler, 2002. Annual Reviews of Genetics). Finalmente, estos "saltos evolutivos" tienen su reflejo en los genomas, en los que, cada día se encuentran más evidencias de duplicaciones (en mayor o menor escala) (*Extensive genomic duplication during early chordate evolution*. McLisaght et al., 2002. Nature Genetics) y reorganizaciones cromosómicas (*Serial deletions and duplications suggest a mechanism for the collinearity of Hox genes in limbs*. Kmita et al., 2002. Nature) que no tienen la menor relación con las tradicionales "mutaciones (**desorganizaciones**) graduales y al azar". Por otra parte, el denominado por los partidarios del "gen egoísta" *ADN basura*, y compuesto por un elevado número de **repeticiones**, ha resultado (isisto: como era previsible) que no sólo no lo es, sino que es una parte fundamental de los genomas

("Junk" DNA reveals vital role. Pearson, H. 2004. Nature) relacionada (entre otras cosas) con el desarrollo embrionario, y por tanto de las características distintivas de los organismos (es decir, nos queda la inmensa mayor parte de los genomas por secuenciar y comprender). No será necesario recordar, para concluir, que los "elementos móviles" y los "virus endógenos" se pueden activar experimentalmente mediante "agresiones ambientales".

Tengo plena conciencia de lo difícil que resulta asumir un cambio tan radical en relación con la concepción convencional de la evolución, cuyo vocabulario y cuyos conceptos son parte constitutiva del lenguaje biológico. La competencia, las estrategias, la *fitness*, la selección sexual, la especiación, los "eslabones perdidos", el egoísmo y el altruismo... están tan arraigados como "términos evolutivos" que han pasado a formar parte de la "estructura mental" de muchos expertos en evolución y, precisamente por ello, no cabe esperar una disposición en ellos a un cambio de pensamiento tan drástico (insisto en que comprendo su actitud y sus circunstancias), pero creo que hay motivos para la esperanza en la actitud de los jóvenes científicos (<http://www.uam.es/otros/geb/revista/Portada.htm>) que no tienen unas "firmes convicciones" intocables ni una larga carrera ni un "sólido prestigio" que mantener. En definitiva, no habría prisa si sólo se tratase de esperar la llegada de "savia nueva" a la práctica profesional de la Ciencia.

Pero, lo que produce una inquietud cercana a la angustia son las consecuencias del mantenimiento de los conceptos (reduccionistas) e interpretaciones (competitivas) derivados de la visión tradicional en la investigación aplicada y en sus posibles repercusiones. Porque no se trata de que se asuma total ni siquiera parcialmente el planteamiento evolutivo que he intentado resumir. Se trata, simplemente, de tener en cuenta datos y fenómenos comprobados experimentalmente, independientemente de su interpretación (por otra parte, imprescindible) en un contexto evolutivo: **Sabemos** que en los genomas existe una alta proporción correspondiente a *virus endógenos* entre los que se encuentran los implicados en la inmunodepresión en mujeres embarazadas (Boyd et al., 1993. Virology; Harris, J.R., 1998. Bioessays, etc.), lo que implica que los virus responsables del SIDA son, con toda seguridad, virus endógenos de chimpancé y macaco que se han hibridado con sus correspondientes humanos como consecuencia de la elaboración (por científicos "occidentales") de vacunas con tejidos y sangre entera de estos monos, y no a causa del hábito (milenario) de los africanos de comer este tipo de animales ("infectados", según nos quieren convencer los expertos). Un fenómeno semejante es el que explica la supuesta responsabilidad de los virus en enfermedades autoinmunes como la artrosis, y en la enfermedad de Alzheimer o el cáncer (hace tiempo que se ha comprobado que los tumores de mama emiten partículas retrovirales, responsables, sin duda de las metástasis). Es decir no serían **causa** (no hay epidemias de artrosis o de cáncer), sino **efecto**. Los órganos y tejidos dañados por algún tipo de agresión ambiental **emiten** partículas virales (Khan et al., 2001. Virus Res.). Por eso resulta muy preocupante la intención de elaborar, por ejemplo "una vacuna contra el Alzheimer" o el enfoque de la lucha contra el cáncer, consistente únicamente en el intento de interferir alguno de sus procesos. Tan preocupante como los descubrimientos "de los genes" del lenguaje o de "los genes" del miedo o del comportamiento en general, sobre todo, si se han "encontrado" en ratones o se basan en experimentos "in vitro" (es decir, fuera del organismo al que se pretenden aplicar).

Hasta hace bien poco se publicaba en las más prestigiosas revistas que "un alto porcentaje de insectos está *infectado* por bacterias". Hoy **sabemos** que todos los seres vivos tenemos en nuestro interior una numerosa flora bacteriana (entre otros) y que es imprescindible para nuestra vida (iba a escribir "supervivencia"). También **sabemos** que las aguas, la tierra (incluso el interior de las rocas profundas), el aire, nuestra piel, están repletas de una enorme cantidad de bacterias que realizan funciones fundamentales de "control" de ecosistemas y de transmisión de información genética. Y también que una cantidad mucho mayor de virus (de 5 a 25 veces más) se encuentra en los mismos sitios, en la base de la pirámide trófica. Es evidente que si su carácter natural fuera el de "patógenos" guiados por la "competencia", tendríamos pocas posibilidades de (esta vez sí) "sobrevivir". Que sólo se convierten en patógenos cuando algún tipo de agresión desestabiliza su actividad normal. Por eso, también resulta muy preocupante leer que ante la propagación de la

resistencia de las bacterias a los antibióticos, como consecuencia de su uso desmedido, la solución es "hacer más antibióticos", o que se están "creando" cerdos transgénicos que expresan inmunoglobulinas humanas para evitar el "rechazo hiperagudo" en los xenotransplantes, o la lucha contra los virus "emergentes" (o contra los "priones"), previamente desestabilizados por agresiones ambientales, o que se pretende "fumigar" con virus un bosque para eliminar una plaga, o que la producción de organismos transgénicos no es más que "una aceleración de los procesos normales ("al azar") de la evolución", o que la "contaminación genética" producida por sus cultivos es irrelevante, o que un ensayo de "terapia génica" *contagia de SIDA, por error, a un enfermo...*

En definitiva, no se trata de un juego intelectual para debatir quién "se sabe" la evolución (¿quién se la puede "saber"?). Se trata de detenerse y reflexionar sobre lo que nos dicen los nuevos datos, que nos están descubriendo **otra Biología**. Pero, sobre todo, se trata de no contribuir al desastre al que está abocando al Mundo el "pensamiento único" basado en principios tan vacíos como el libre mercado y la libre competencia. Se está haciendo urgente la necesidad de replantearse muchas "verdades indiscutibles". Por favor, pensemos en ello.

# **SOBRE EL ORIGEN DEL HOMBRE**

Máximo Sandín

Facultad de Biología. UAM

29/12/2002

*Con respecto a las cualidades morales, aun los pueblos más civilizados progresan siempre eliminando algunas de las disposiciones malévolas de sus individuos. Veamos, si no, cómo la transmisión libre de las perversas cualidades de los malhechores se impide o ejecutándolos o reduciéndolos a la cárcel por mucho tiempo. / ... / En la cría de animales domésticos es elemento muy importante de buenos resultados la eliminación de aquellos individuos que, aunque sea en corto número, presenten cualidades inferiores.* Charles Darwin. *El Origen del Hombre*.

## **EL MUNDO SEGÚN DARWIN, O UN OBSERVATORIO PRIVILEGIADO**

Debido a su especial condición, el campo de estudio de la evolución humana (el estudio de nuestra propia historia y naturaleza biológicas) es, quizás, la disciplina científica en la que resulta más aplicable el repetido aforismo científico de que “la teoría influye en las observaciones”. Es decir, asumida una base teórica como cierta, las “observaciones objetivas de la realidad” son, en muchas ocasiones, interpretaciones elaboradas en función de lo que creemos cómo debería de ser si ésta operase tal y como nos predice la teoría.

Supuestamente, las teorías científicas pretenden estar basadas en observaciones objetivas de los hechos que describen, pero, incluso para la Física, la ciencia que probablemente ha alcanzado el máximo nivel de precisión en la predicción de los resultados con la Mecánica Cuántica, la interpretación de la realidad depende de la perspectiva desde que se la observe. Y, si esto es así, la cita que encabeza este escrito nos puede aportar algunos indicios sobre las coordenadas, tanto espaciales como temporales, que definían la situación del observatorio desde el que Darwin describía “su” realidad.

Una primera coordenada puede ser la referida al contexto cultural, que nos sitúa en los valores de la sociedad victoriana, imbuidos de la concepción calvinista de que unas personas están predestinadas para la salvación y otras a la condenación, y que los “elegidos de Dios” son las personas laboriosas y virtuosas. Por eso Darwin muestra su preocupación por la proliferación de las “cualidades inferiores” en su sociedad: *Existe en las sociedades civilizadas un obstáculo importante para el incremento numérico de los hombres de cualidades superiores, sobre cuya gravedad insisten Grey y Galton, a saber: que los pobres y holgazanes, degradados también a veces por los vicios se casan de ordinario a edad temprana, mientras que los jóvenes prudentes y económicos, adornados casi siempre de otras virtudes, lo hacen tarde a fin de reunir recursos con que*

*sostenerse y sostener a sus hijos. /.../ Resulta así que los holgazanes, los degradados y, con frecuencia, viciosos tienden a multiplicarse en una proporción más rápida que los prósperos y en general virtuosos.*

La segunda coordenada la aporta el contexto histórico. En pleno auge de la Revolución Industrial y de la expansión colonial británica, las masas de desheredados que abarrotaban las calles de las grandes ciudades industriales, y que constituían lo que Darwin denominaba *las clases entregadas a la destemplanza al libertinaje y al crimen* debían ser controladas, y qué mejor forma que eliminando sus “malas disposiciones” que, naturalmente, eran innatas, en bien del progreso. En lo que respecta a las relaciones entre las naciones “civilizadas” y los pueblos “primitivos”, están dirigidas por una lógica semejante: *Cuando las naciones civilizadas entran en contacto con las bárbaras, la lucha es corta, excepto allí donde el clima mortal ayuda y favorece a los nativos.* La consecuencia de este fenómeno “normal” es inevitable: *Llegará un día, por cierto, no muy distante, que de aquí allá se cuenten por miles los años en que las razas humanas civilizadas habrán exterminado y reemplazado a todas las salvajes por el mundo esparcidas /.../ y entonces la laguna será aún más considerable, porque no existirán eslabones intermedios entre la raza humana que prepondera en civilización, a saber: la raza caucásica y una especie de mono inferior, por ejemplo, el papión; en tanto que en la actualidad la laguna sólo existe entre el negro y el gorila.*

El medio social en el que Darwin se desenvolvía, aporta una tercera coordenada que era, según él, determinante para la actividad intelectual: *La presencia de un cuerpo de hombres bien instruidos que no necesitan trabajar materialmente para ganar el pan de cada día, es de un grado de importancia que no puede fácilmente apreciarse, por llevar ellos sobre sí todo el trabajo intelectual superior (del) que depende principalmente todo progreso positivo, sin hacer mención de otras no menos ventajas.* Efectivamente, Darwin heredó de su padre una importante fortuna, que incrementó considerablemente mediante la boda con su prima Emma Wedgwood, nieta de Josiah Wedgwood, propietario de la famosa fábrica de porcelanas “Etruria” (proveedora de la Real Casa), y que decidió tras un meticuloso cálculo sobre la herencia que le correspondía (Thuillier, 1990). Fortuna que redondeó, posteriormente, mediante sus actividades como prestamista (Hemleben, 1971). Como él mismo escribe en sus memorias, *Pero poco después me convencí, por diversas circunstancias, de que mi padre me dejaría herencia suficiente para subsistir con cierto confort, si bien nunca imaginé que sería tan rico como soy* (Autobiografía). En el contexto de la Inglaterra victoriana parece razonable suponer que esta condición, junto con el hecho de que tres años después de su boda, a los treinta años, se instaló en su residencia, Down House, de la que apenas salió el resto de su vida, no resultase muy favorable para una profunda comprensión de una realidad social sobre la que emitía juicios tan rotundos.

Finalmente, y para no ser menos que los físicos, añadiremos una cuarta coordenada: la que corresponde al aspecto individual, es decir, lo que se refiere tanto a sus características personales como a su formación científica.

En cuanto al primer aspecto, quizás sea lo más adecuado que dejemos hablar a Paul Stratern (1999), uno de sus biógrafos: *Darwin no había recibido una formación científica en el sentido académico* (en efecto, su única titulación era la de subgraduado en teología, que le capacitaba para ejercer la labor de ministro de la iglesia anglicana), *y hasta el momento no había demostrado poseer una inteligencia excepcional (su celebridad se debía enteramente a haber estado en el lugar oportuno en el momento oportuno) /.../ Pero, de pronto, a los veintiocho años, pareció descubrir su imaginación.* A lo que Stratern se refiere es al gran “descubrimiento” de Darwin, que él mismo narra así a su protector J. Hooker en una carta fechada el 11 de Enero de 1844 (ocho años después de su regreso del famoso viaje del “Beagle”): *Por fin ha surgido un rayo de luz, y estoy casi convencido* (el subrayado es mío) *(totalmente en contra de la opinión de que partí) de que las especies no son (es como confesar un asesinato) inmutables.* Un “descubrimiento”, aunque inseguro, notable, sobre todo si tenemos en cuenta que en “el continente”, pero sobre todo en Francia, se llevaba casi cien años estudiando sistemáticamente y científicamente la evolución (Ver Galera, 2002 y Sandín, 2003). Y esto justifica las críticas que su gran obra “**Sobre el origen de las**

**especies por medio de la selección natural, o el mantenimiento de las razas favorecidas en la lucha por la existencia**” recibió de intelectuales, científicos y naturalistas que tenían conocimientos sobre la evolución, de las que la más concisa y reveladora del verdadero mérito de la obra es la del profesor Haughton, de Dublín, citada por el mismo Darwin en su autobiografía: *Todo lo que había de nuevo era falso, y todo lo que había de cierto era viejo.*

“Lo que había de nuevo” en la obra de Darwin era el intento de explicar la Naturaleza mediante principios basados en las (poco filantrópicas) ideas sociales de uno de los ideólogos de la Revolución Industrial: El ministro anglicano Thomas R. Malthus y su “Ensayo sobre el principio de la población” publicado en 1798 y que se convirtió en *una parte importante e integral de la economía liberal clásica* (The Peel Web. Malthus). Este libro, y Malthus mismo, con su insistencia sobre el primer ministro, tuvieron una gran influencia en el “Acta de Enmienda de la Ley de Pobres” de 1834. Según él, las leyes de protección a los pobres estimulaban la existencia de grandes familias con sus limosnas, y afirmaba que no deberían existir porque *limitaban la movilidad de los trabajadores*. La tesis del libro, basada en la existencia de masas de desempleados que vivían en la miseria y se hacían en las ciudades industriales, era que el aumento de la población en una progresión geométrica, mientras que los alimentos aumentaban en una progresión aritmética, impondría una *lucha por la vida*, por lo que había que impedir que los trabajadores y marginados se reprodujeran en tan gran número (lo cual no le impidió tener numerosos hijos).

Así es como Darwin describe el nacimiento de su teoría: *En Octubre de 1838, esto es, quince meses después de haber comenzado mi estudio sistemático, se me ocurrió leer por entretenimiento el ensayo de Malthus sobre la población y, como estaba bien preparado para apreciar la lucha por la existencia que por doquier se deduce de una observación larga y constante de los hábitos de los animales y plantas, descubrí enseguida que bajo estas condiciones las variaciones favorables tenderían a preservarse, y las desfavorables a ser destruidas. El resultado sería la formación de especies nuevas. Aquí había conseguido por fin una teoría sobre la que trabajar* (“Autobiografía”). De esta concepción de los de los fenómenos naturales surgió su otra innovación científica: La selección natural. Su documentación para llegar a este concepto no fue mucho más empírica que la anterior, y nos informa sobre qué *hábitos de animales y plantas* se elaboró. Consistió en *la lectura de textos especialmente en relación con productos domesticados, a través de estudios publicados, de conversaciones con expertos ganaderos y jardineros y de abundantes lecturas*

(“Autobiografía”). Y, con estos fundamentos “científicos”, la explicación de la evolución de la vida sobre el Planeta, de la enorme diversidad y complejidad de los organismos y, sobre todo, de los grandes cambios de organización animal y vegetal, resulta extremadamente sencilla: *He llamado a este principio por el cual se conserva toda variación pequeña, cuando es útil, selección natural para marcar su relación con la facultad de selección del hombre. Pero la expresión usada a menudo por Mr. Herbert Spencer, de que sobreviven los más idóneos es más exacta, y algunas veces igualmente conveniente* (“Origen de las Especies...”). Por si los anteriores “conceptos fundamentales” de la teoría darvinista pueden resultar de un contenido biológico discutible, hay que hacer notar que a lo que Darwin se refiere en este caso es a la aportación “científica” de Herbert Spencer, economista y filósofo, que en su libro “La Estática Social” (1850) elabora unas directrices para llevarlas a la política social. Según él: *Las civilizaciones, sociedades e instituciones compiten entre sí, y sólo son vencedores aquellos que son biológicamente más eficaces.*

En definitiva, parece claramente definida la situación del observatorio desde el que Darwin describió la realidad, y no parece muy discutible el fundamento real de la teoría darvinista. Si su “mecanismo” de evolución biológica, una extrapolación de la selección de los ganaderos, (que consiste en no dejar reproducirse a los individuos normales y seleccionar a los que tienen alguna característica anormal del gusto del ganadero) que es exactamente lo contrario de lo que ocurre en la Naturaleza, puede calificarse de una simplificación antropocéntrica de los fenómenos biológicos, su marco conceptual, la “lucha por la vida” y la “supervivencia del más adecuado” son la aplicación directa de unos principios sociales caracterizados por una hipócrita justificación del “statu quo” (Young, 1973) basada en un despiadado desprecio por los desheredados y marginados y en una



supuesta superioridad “innata” de los más aptos. Y éste es el espíritu que subyace en las interpretaciones darwinistas de la evolución humana. Una feroz competencia en la que no hay sitio para los perdedores, para los inferiores, en la que sólo los “elegidos” tienen su premio, como se puede deducir de las conclusiones finales de *la obra de la que nace toda la Biología moderna* (Fernández, 1987): *Y como la selección natural opera solamente por y para el bien de cada ser, todos los atributos corpóreos y mentales tenderán a progresar hacia la perfección* (Sobre el Origen de las especies...).

## UNA VISIÓN VACÍA DE LA REALIDAD

Resulta difícil de comprender (y, posiblemente, sería necesario un profundo estudio histórico para ello) (Ver Sandín, 2002), cómo una supuesta teoría científica con unas bases conceptuales tan distantes de los fenómenos que pretende explicar se ha llegado a convertir para toda una cultura (o “civilización”) en la explicación de la historia de la vida. Pero lo que sí parece claro es que el auge y la consolidación del darwinismo han sido paralelos al del modelo económico y social del que nació. A lo largo del Siglo XX, los biólogos han intentado (con poco éxito) comprender la evolución biológica bajo el prisma de unas variaciones “al azar” dentro de una especie, capaces de producir (con el tiempo) impresionantes cambios de organización genética, fisiológica y anatómica, gracias a una fe ciega en el poder creativo de la selección natural (*La selección natural explica porqué los pájaros tienen alas y los peces agallas, y porqué el ojo está específicamente diseñado para ver y la mano para coger* (Ayala, 1999)). Pero, lo cierto, es que los argumentos que utilizan y los fenómenos que pretenden explicar mediante esta base teórica tienen muy poco que ver con estos cambios de organización, porque los conceptos y los términos empleados para describir los fenómenos biológicos delatan el verdadero carácter (la verdadera esencia) de su modelo teórico: la competencia, el coste-beneficio, las estrategias reproductivas, la explotación de recursos, la rentabilidad ... nos revelan, en realidad, una visión preconcebida y antropocéntrica (los animales y las plantas no utilizan una calculadora) de cómo son (cómo “han de ser”) las relaciones entre los seres vivos, independientemente de que sus supuestas explicaciones no tengan la menor relación, no ya con los procesos evolutivos, sino siquiera con la realidad de los fenómenos naturales. Entre los múltiples ejemplos que se pueden encontrar de esta deformación de la realidad, uno muy reciente nos puede resultar informativo: En la revista *Nature* (Michor y Nowak 2002), y bajo el epígrafe “Evolución”, figura el siguiente título: “El bueno, el malo y el solitario”. La trama argumental del artículo consiste en una especulación sobre el profundo problema científico de si en la Naturaleza existen comportamientos verdaderamente altruistas, problema, al parecer, de gran trascendencia para la teoría darwinista, porque podría poner en cuestión sus fundamentos teóricos (a saber: *la selección natural opera por y para el bien de cada ser*). El dilema se centra en que la cooperación en el comportamiento animal puede resultar rentable si ello conlleva un reparto de los beneficios obtenidos, pero su gran aportación es que, en el caso de que los no cooperadores no reciban su parte, hay otro posible comportamiento, el de los solitarios, que también consigan una parte, aunque menor. Es decir, un refuerzo a “la teoría de la evolución”. Porque el comportamiento altruista es *algo que sencillamente es incompatible con la selección natural operando en el nivel del individuo, que es la única forma de selección que admite el neodarwinismo* /.../ Pero John Maynard Smith ha ofrecido una explicación que se basa en la teoría matemática de juegos desarrollada por John von Neumann y Oskar Morgenstern en los años cuarenta y que saca al neodarwinismo del aprieto. Un conocido ejemplo es el llamado “dilema del prisionero” /.../ Dos acusados de haber cometido un robo juntos son aislados en celdas separadas y exhortados a confesar, sin que ninguno sepa lo que hace el otro. Tras una profusa relación de penas en función de que confiese uno, los dos o ninguno, tan absurda como poco “ajustada a derecho”, el final de la historia es: *Paradójicamente, si cooperan los dos ladrones (y ninguno confiesa) les va mejor que si los dos confiesan (y no cooperan entre sí)*. La conclusión científica es: *La cooperación puede, como se ha visto, resultar*

rentable aunque los individuos no sean por naturaleza altruistas (Arsuaga, 2001).

Lo que resulta realmente incomprensible es cómo se puede pensar que argumentos de este tipo sirvan para explicar la evolución, cuando lo que nos están describiendo es una concepción de la sociedad humana, según la cual “el hombre está lleno de vicio”, pero “los vicios individuales hacen la prosperidad pública” y “cada cual busca su propio interés” pero “es el egoísmo individual lo que conlleva al bien general”, en definitiva, y aunque no tengan conciencia de ello, lo que están manifestando es una profesión de fe calvinista y una aplicación directa de las máximas de Adam Smith a la Naturaleza.

Sin embargo, y a pesar del profundo arraigo de este tipo de argumentos en el vocabulario de “la comunidad evolucionista”, cada nuevo descubrimiento los alejan más y más de cualquier relación (si es que alguna vez la tuvieron) con los fenómenos que tienen lugar en la Naturaleza (*La Biología hoy, está donde estaba la Física a principios del siglo veinte, observa José Onuchic, codirector del nuevo Centro de Física Biológica Teórica de la Universidad de California, San Diego. “Se enfrenta a una gran cantidad de hechos que necesitan una explicación”* (Knigth, J., 2002)). Las secuenciaciones de genomas animales y vegetales, los descubrimientos de la Genética molecular y del desarrollo, y los datos, cada día más informativos, del registro fósil, están llevando a un número creciente de científicos a exponer la necesidad de revisar muchos de los tópicos que, a fuerza de repetidos de un modo rutinario y mecánico parecen haberse convertido en verdades indiscutibles y que han acabado por conformar una visión deformada de los procesos biológicos. Entre los, cada día más abundantes, análisis críticos de ésta situación, parece necesario insistir en el editorial de Henry Gee (2000) en la revista Nature: *La cuestión del origen de las especies debe tener que ver, fundamentalmente, con la evolución de programas embrionarios... /.../ Usted puede buscar a Darwin para una respuesta pero buscará en vano. Darwin estudió leves variaciones en características externas, sugiriendo cómo esas variaciones pueden ser favorecidas por circunstancias externas, y extrapoló el proceso al árbol completo de la vida. Pero, seguramente, hay cuestiones más profundas para preguntarse que por qué las polillas tienen alas más negras o más blancas, o por qué las orquídeas tienen pétalos de esta u otra forma. ¿Por qué las polillas tienen alas y por qué las orquídeas tienen pétalos? ¿Qué creó esas estructuras por primera vez? **La victoria del darwinismo ha sido tan completa que es un shock darse cuenta de cuan vacía es realmente la visión darwiniana de la vida.*** (El subrayado es mío). Esta drástica descalificación del darwinismo puede resultar chocante en la citada revista. Pero, más chocante aún es que parece haber resultado una frase escrita en el aire: a pesar de la rotundidad de estos razonamientos, la tónica general de los artículos publicados en la revista, e incluso los siguientes editoriales del mismo autor, siguen la dinámica de la rutina darwinista con las tópicas explicaciones basadas en la competencia, la selección... lo que parece un indicio del estado de inconsistencia teórica en que se encuentra la Biología. Sin embargo, los argumentos de Gee tienen una sólida base científica. Los cambios morfológicos observados a lo largo del proceso evolutivo se han de producir, necesariamente, mediante cambios en el desarrollo embrionario capaces de modificar el resultado final de la formación de los órganos y estructuras (es decir, las diferencias entre aletas y extremidades o entre éstas y alas se produce por cambios en la embriogénesis) y la supuesta actuación de la selección natural sobre pequeñas variaciones “al azar” en organismos adultos (con capacidad para reproducirse) no puede explicar el origen de estos cambios de organización, porque la “selección” sólo puede actuar (sólo puede seleccionar) sobre lo que ya existe. Aunque el ejemplo pueda resultar simple, parece necesario en este caso para poner en evidencia la superficialidad lógica de atribuir a una “selección” un papel fundamental en la evolución: Sería como responsabilizar de las características (incluso de la existencia) de un automóvil a la persona que retira los que salen defectuosos de la fábrica. Es tan obvio, que resulta innecesario hacer notar el hecho de que estas características dependen del proceso de fabricación, que en los seres vivos (bastante más complejos que un automóvil) es, como nos recuerda Gee, el desarrollo embrionario.

La idea de una selección de mutaciones individuales, base de las fórmulas matemáticas de la Genética de poblaciones, disciplina que pretende explicar la evolución según criterios darwinistas,

es decir, mediante la extrapolación de pequeñas variaciones dentro de una especie (los denominados procesos “microevolutivos”) a la evolución (“macroevolución”, en su terminología), ha quedado totalmente descalificada por los conocimientos actuales de Genética. La información genética se ha mostrado como algo mucho más complejo que la supuesta relación un gen-un carácter en que se basaba esta concepción surgida en la primera mitad del pasado siglo. Hoy día se sabe que la inmensa mayoría de las características (morfológicas, fisiológicas, moleculares...) no se transmiten según las “leyes” de Mendel, que han quedado reducidas a aspectos o circunstancias ocasionales y, en la mayoría de los casos, superficiales. La información contenida en una secuencia genética depende de multitud de factores, entre otros, del organismo en que se exprese, de su localización en el genoma, de la regulación de otros genes y del control de cientos de proteínas muy específicas cuyo estudio (la proteómica) está mostrando una tal complejidad en sus interacciones (Gavin et al., 2002) que su desciframiento constituye “un duro desafío” para los investigadores (Abbott, 2002). Pero hay algo más: también depende del ambiente celular que, a su vez, está condicionado por el ambiente externo y que puede inducir a que una misma secuencia pueda “codificar” decenas de proteínas diferentes (Herbert y Rich, 1999). Y estas variaciones no son “al azar”, porque no son proteínas cualesquiera, sino las adecuadas a cada situación.

A esta capacidad de respuesta al ambiente (de interacción constante de “los genes” con su entorno), hay que añadir que una gran parte de los genomas animales y vegetales (que, por cierto, comparten muchísimos más genes que los que cabría esperar de la evolución por mutaciones “al azar”), están constituidos por *elementos móviles* de los que existen dos versiones: *transposones*, grupos de genes que pueden “saltar” de una parte a otra del genoma, y *retrotransposones*, que “crean” copias de sí mismos que se insertan en el genoma, con lo que producen duplicaciones de sus secuencias. Además, existen cantidades, variables pero siempre muy altas, de *virus endógenos* (por cierto, muy relacionados con los elementos móviles), que son secuencias procedentes de virus que se han insertado en los genomas, donde forman parte constituyente y activa (Bromhan, 2002). En el Hombre, cerca de un 10% del genoma está constituido por este último tipo de secuencias (Genome Directory, 2001).

Se ha podido comprobar experimentalmente que, tanto los elementos móviles como los virus endógenos se activan (cambian de situación o se “malignizan”) mediante agresiones ambientales (radiaciones ultravioleta, productos químicos, defectos o excesos de ciertos nutrientes...) produciéndose lo que se conoce como “estrés genómico”, cuya consecuencia puede llegar a ser un cambio sustancial en la estructura del genoma. También se ha constatado que procesos de este tipo (duplicaciones y reordenamientos genómicos) han sido cruciales en los principales eventos evolutivos (Brooke et al., 1998; McLysaght et al., 2002; Gu et al., 2002).

En cuanto a la traducción de estas características de los genomas a su expresión fenotípica durante la evolución, es decir, a los cambios de organización que, **necesariamente**, se han de producir mediante modificaciones en el desarrollo embrionario, las investigaciones sobre genética del desarrollo están aportando un creciente número de información y de experimentos sobre el control y las consecuencias finales de un proceso tan extremadamente jerarquizado e interconectado como es la embriogénesis. Desde la aparición en el registro fósil de **todos** los *Phyla* (todos los grandes tipos de organización) actualmente existentes en la llamada “Explosión del Cámbrico” (G<sup>a</sup> Bellido, 1999), hasta las distintas remodelaciones de estos tipos de organización; de simetría radial a bilateral (Lowe y Wray, 1997), de organización “miriápodo” a “exápodo” en insectos (Ronshaugen et al., 2002) o de plan de organización “pez” a “tetrápodo” (Kondo et al., 1997), el desarrollo embrionario se ha mostrado como un proceso de una compleja organización y coordinación en la que juegan un papel fundamental unas secuencias genéticas repetidas en tandem conocidas como genes homeóticos (HOX). Estas secuencias codifican unas proteínas que regulan la actividad de otros genes implicados en la morfogénesis de forma que los cambios en su actividad (inactivaciones, duplicaciones, transposiciones), se traduce en cambios en el desarrollo embrionario que afectan simultáneamente a conjuntos de tejidos y órganos. Es decir **no son mutaciones**, porque las mutaciones son desorganizaciones de procesos muy finamente ajustados. (De hecho, las

mutaciones en genes del desarrollo conducen a malformaciones con muy discutible sentido evolutivo). Estos cambios se producen en la forma que se conoce como “en cascada”, de modo que una modificación en etapas incipientes del desarrollo habría tenido como consecuencia grandes diferencias en el tipo de organización general, (por ejemplo, los *Phyla* del Cámbrico), mientras que en procesos posteriores las diferencias finales se harían progresivamente más reducidas a medida que avanzase el desarrollo embrionario, de modo que las producidas en las etapas finales serían irrelevantes desde el punto de vista de la organización morfológica.

En definitiva, unos fenómenos constatables experimentalmente (científicamente), muy alejados de los artificios matemáticos y de las hipótesis, jamás verificadas, sobre la selección de mutaciones “al azar” de la Genética de poblaciones, cuyas bases conceptuales fueron elaboradas en una época en la que estos conocimientos eran inimaginables. Una concepción en la que permanecen anclados los expertos en evolución humana (Ayala y Cera, 2002; Boyd y Silk, 2001), en la que la simplista extrapolación de la variabilidad continua y gradual en características superficiales a los cambios de organización biológica está impregnada (por mucho que se niegue en aras del azar), y muy especialmente en la evolución humana, de la concepción darvinista de un ascenso, por medio de competencias y “sustituciones”, desde los primitivos e “inferiores” hasta los civilizados y “superiores” en sus “atributos corpóreos y mentales”. Hasta la perfección.

## EL REGISTRO FÓSIL HUMANO: CADA EXPERTO CON “SU” ESPECIE

Los datos paleontológicos, cada día más abundantes e informativos, aunque, obviamente, no “completos” (Foote y Sepkoski, 1999; Benton et al., 2000) parecen resultar progresivamente más coherentes (por fin) con los datos neontológicos, es decir, los que nos indican cómo y por qué cambian los organismos. Cada vez resulta más claro que los cambios de organización biológica a gran escala, los grandes cambios de fauna y flora que han dado nombre a los principales períodos geológicos, están asociados a fenómenos catastróficos de dimensiones globales que se han producido en nuestro planeta a lo largo de la historia de la Vida: Caídas de enormes asteroides que han producido crisis ecológicas y climáticas a gran escala, acompañadas a veces de inversiones del campo magnético terrestre, que han dejado a la Tierra sometida a un violento bombardeo de radiaciones (Erickson, 1992), han provocado extinciones masivas seguidas de súbitas remodelaciones en las formas preexistentes. Según el prestigioso paleontólogo T. S. Kemp (1999): *Niveles muy altos de evolución morfológica, ocurren de forma característica a continuación de una extinción masiva.* Esta aparición de nuevas morfologías, necesariamente brusca, porque ha de producirse mediante cambios en el desarrollo embrionario, y esta situación de entorno prácticamente vacío, tiran por tierra, por otra parte, la visión competitiva implícita en el supuesto “mecanismo” de la selección natural. En palabras de S. J. Gould (uno de los más brillantes paleontólogos de los últimos tiempos), *La esperanza darviniana de una extrapolación suave de acontecimientos a pequeña escala (que pueden estudiarse directamente) al gran panorama geológico se viene abajo, y debemos reconocer el carácter distintivo que las extinciones masivas imponen a la historia de la Vida. /.../ Si la mayor parte del tiempo se consume en períodos de recuperación, los modelos competitivos se vienen abajo...* Y estos hechos no sólo cuentan para los notables cambios morfológicos que se observan tras las extinciones masivas, sino también para las diferenciaciones a niveles taxonómicos inferiores. La “Teoría del equilibrio puntuado”, elaborada en 1972 por S. J. Gould y N. Eldredge (que en realidad no es una teoría, porque no propone una explicación, sino que se limita a describir lo que se observa en el registro fósil), ha puesto de manifiesto unos hechos, también sistemáticos, y que ya eran reconocidos por los paleontólogos predarwinistas: 1º En cualquier área local una especie no surge gradualmente por transformación

constante de sus antecesores, sino que aparece de una vez y plenamente formada. 2º Las especies aparecen en el registro fósil con una apariencia muy similar a cuando desaparecen. Es lo que se conoce como “estasis”, período que puede durar entre uno y diez millones de años. Estos fenómenos se han podido constatar de una forma indiscutible cuando el registro fósil ha permitido estudiar especies durante largos períodos sin solución de continuidad (Williamson, 1983; Kerr, 1995). Desde luego, la forma en que estos cambios bruscos se han de producir resulta difícil de “visualizar”, y muy especialmente para los biólogos, tras 150 años de “adiestramiento mental” en la extrapolación “con el tiempo” de los pequeños cambios graduales a los cambios de organización, pero estas remodelaciones bruscas, producidas en una generación por cambios en el desarrollo embrionario se han podido verificar experimentalmente en artrópodos (Morata, 98; Ronshaugen et al., 2002). Puede resultar misterioso o difícilmente concebible el modo en que estos cambios de organización se han tenido que producir en medio de grandes disturbios ecológicos, pero precisamente son los misterios (y no las “explicaciones” simplistas) los estímulos de la investigación científica.

Todos estos datos (sobre la complejidad de la información genética, sobre la integridad y la plasticidad de los genomas, sobre la interconexión de todas las características durante el desarrollo embrionario que conducen a remodelaciones globales, sobre los “saltos” en el registro fósil...) habrán de ser incorporados, algún día, por los paleontólogos para su interpretación de la evolución humana. Desgraciadamente, no parece que el momento esté próximo. Las obras más recientes sobre evolución humana comienzan sistemáticamente por una introducción compuesta por una declaración de fe darvinista y una base teórica estructurada sobre las fórmulas, hipótesis y asunciones de la Genética de poblaciones. Y con semejantes cimientos no cabe esperar una gran solidez en el edificio.

Para comenzar por la base, los fósiles más antiguos de lo que se considera (aunque no por todos los expertos) un “homínido” son unos restos extremadamente fragmentarios (un fragmento de húmero, algunos dientes y pequeños trozos de huesos) bautizados como *Orrorin tungenensis* y datados en, aproximadamente, seis millones de años de antigüedad, a finales del Mioceno. La pista de sus antepasados “directos” y “lineales” se pierde en el Mioceno, en el que restos de características simiescas, escasos y extremadamente fragmentarios, dada la dificultad que para la fosilización ofrece la selva tropical, han recibido, por parte de sus descubridores, los nombres de *Keniapithecus*, *Heliopithecus*, *Ouranopithecus*, *Otavipithecus*... Naturalmente, cada investigador los introduce, voluntariosamente, en el linaje humano. Pero, aunque es evidente que de algún antiguo primate hemos de descender, junto con nuestros parientes, los póngidos, sólo tenemos unas primeras pruebas que nos hablan claramente de la historia de nuestros antecesores aunque, desgraciadamente, son indirectas. Se trata de las huellas fósiles de Laetoli, en Tanzania, que indican una evidente marcha bípeda y una morfología del pie típicamente humanas. Descubiertas por el equipo de Mary Leakey en 1977, son impresiones que, sobre fina ceniza volcánica humedecida por la lluvia, dejaron dos “homínidos”, uno más grande y otro de menor tamaño que atravesaron la llanura sobre la que se habían depositado en dirección Sur- Norte. La descripción de Mary Leakey y la observación de las fotografías revelan una marcha claramente humana. El ritmo de la marcha, la firme pisada con el talón, el arco plantar y el dedo gordo paralelo a los demás indican, como han reconocido numerosos expertos (Lovejoy, 1981; Robbins, 1987; Tuttle et al., 1991, etc.), que el pie que dejó esas huellas era anatómica y funcionalmente como el humano, y que ya existía hace 3,6 millones de años. El problema surge a la hora de asignarle un propietario. Los restos fósiles de que se dispone, pertenecen a los que la versión “oficial”, es decir, la comúnmente admitida, considera nuestros antecesores directos: los conocidos genéricamente como *Australopithecinos*. En este “cajón de sastre” se incluyen (con discrepancias entre distintos autores) desde *Ardipithecus ramidus* hasta los *Australopithecus africanus* y *robustus* (estos últimos con sus “versiones” *Paranthropus* y *boisei*), pasando por los *Australopithecus anamensis*, *playtiops*, y *garhi*, en la línea de los *africanus*, y *bahrelgazhali* y *aethiopicus* en la de los *robustus*, además de los que, para muchos, son los responsables (por ser coetáneos) de las huellas de Laetoli: los *Australopithecus afarensis*. La

situación de cada ejemplar fósil en la línea evolutiva humana es objeto de ardorosos y, en ocasiones, agrios debates en los que cada investigador (y especialmente si es el descubridor) tiene su propia versión, pero la idea generalmente admitida es que algún tipo de australopitecino es nuestro antecesor, con excepción de los *robustus*, caracterizados por una “cresta” ósea sagital que recorre la parte superior del cráneo, y que se consideran una “rama abortiva” de la evolución humana, es decir, extinguidos, bien por la competencia con “homínidos más aptos”, bien por su propia “ineptitud”.

Sin embargo, resulta extraño que entre la abundancia de fragmentos de “homínidos” rescatados de lo que antes fueron frondosas selvas africanas (Rayner y Masters, 1994), no se encuentre el más pequeño vestigio de nuestros parientes evolutivos más próximos: los chimpancés y los gorilas. Pero eso no parece tener la más mínima importancia para un darvinista convencido, y así nos lo explica Juan Luis Arsuaga (1999): *Obsérvese que en el dendrograma no aparece ninguna especie fósil de chimpancé. La razón es que no se conoce ninguna. Sin embargo, no cabe esperar que los chimpancés fósiles vengán a rellenar el foso que nos separa de sus descendientes vivos, por lo que no son importantes en esta discusión: nadie cree que haya habido en el pasado chimpancés más bípedos o más inteligentes que los actuales. Lo que se necesita (el subrayado es mío) son formas de algún modo intermedias, “eslabones perdidos” en la retórica tradicional, o dicho aún más crudamente: “hombres-mono”.* Éste se puede considerar un típico ejemplo de cómo la “firmes convicciones” pueden despojar cualquier argumento del más mínimo carácter científico. Porque desde un punto de vista científico, es decir, desde el análisis reflexivo y crítico de las distintas posibilidades, el razonamiento debería ser de este tipo: ¿Cómo es posible que se hayan encontrado cientos de fragmentos fósiles de “homínidos” y no exista un solo resto de póngidos con los que, al menos “inicialmente” compartían hábitat? Y, seguramente, la respuesta esté en que una gran cantidad de fósiles atribuidos al linaje humano sean, en realidad, de antecesores de chimpancé y gorila.

Para no enfrascarnos en una estéril especulación sobre los extremadamente fragmentarios y discutidos restos previos a las pruebas más sugerentes, las huellas de Laetoli, vamos a enfrentarnos a sus contemporáneos: los *Australopithecus afarensis* de África de Este. El estudio de los huesos de pies y manos, bien conservados, denotan unas curvaturas en las falanges típicas de los póngidos. Los cráneos, extremadamente fragmentarios, muestran una morfología simiesca, y sus mandíbulas y maxilas unos grandes caninos con el diastema característico de los póngidos. Incluso el fósil más completo de esta “especie”, la famosa “Lucy” de El Afar, está resultando menos humana de lo que sus descubridores (Johanson y White) pretendían. La reconstrucción de su cadera, diferente según distintos expertos, presenta una cresta ilíaca más humana (Lovejoy, 1981) o más simiesca (Schmid, 1983; Stern y Susman, 1983). De hecho, Richard Leakey, siempre ha sostenido que en los restos dispersos y fragmentarios de los *afarensis* de Tanzania se encontraban mezclados restos de australopitecinos y de *Homo* que, para él, es muy antiguo.

Para complicar más, si cabe, la ceremonia de confusión en que se han convertido los debates sobre las “fases iniciales” de la evolución humana, un estudio llevado a cabo por Richmond y Strait (2000) sobre los huesos de la muñeca de *Australopithecus anamensis* de Kenia y *Australopithecus afarensis* (la ya famosa “Lucy”) de Etiopía, datados entre 3 y 4 millones de años, ha llevado a la conclusión de que su estructura y proporciones son las típicas de los póngidos que caminan apoyados en los nudillos. La conclusión es: *Los humanos evolucionaron de antecesores que caminaban apoyados sobre los nudillos.* Ahora bien, si tenemos en cuenta la forma característica en que los pies se apoyan sobre su borde externo en el suelo en esta forma de desplazamiento, incluso cuando caminan erguidos, la pregunta que surge es: ¿A qué antecesor pertenecen las huellas de Laetoli?. Y esto nos lleva a los australopitecinos más clásicos, los *africanus* y *robustus* sudafricanos, los primeros tradicionalmente incluidos en la línea evolutiva humana, y los segundos excluidos de ella. El descubrimiento, en África del Sur de cuatro huesos del mismo pie de un australopitecino sin determinar muestra unas proporciones y curvaturas que revelan, sin posible discusión, una morfología típica de los actuales póngidos (Deloison, 1996). Todo esto conduce, inevitablemente, a

una conjetura, al parecer, inimaginable para los especialistas en la evolución humana: Si la morfología de muchos de estos restos es característica de póngidos, si su forma de desplazarse es la típica de los póngidos y su hábitat es el de los actuales póngidos, ¿no es posible que muchos de estos “homínidos” fueran en realidad póngidos?

Una “investigación de laboratorio” tan accesible para un no especialista, como revolucionaria en su metodología, puede ser observar los moldes de *Australopithecus africanus* (Sterkfontein, member 4) y de *Zinjanthropus* (Olduvai, H 5), y compararlos con cráneos de machos de chimpancé y gorila actuales. Las características superestructuras óseas de estos últimos (la cresta sagital, los arcos superciliares, la morfología facial) sin duda más significativos desde el punto de vista de la organización embriológica que sus matices o dimensiones, se pueden identificar, una por una, más acentuadas, y explicables por *heterocronías*, (aceleraciones o retardos en el proceso embrionario) en los gorilas machos. En cuanto a las semejanzas entre el cráneo de *Australopithecus africanus* y el de chimpancé, son tan llamativamente estrechas, que resulta sorprendente que los paleontólogos humanos, que se enzarzan en prolijos debates sobre las diferencias “específicas” entre restos humanos basadas en matices morfológicos, a veces irrelevantes, no se hayan planteado jamás estas espectaculares semejanzas. Pero quizás no sea este el problema, porque, lógicamente, algún científico se lo ha planteado: M. Verhaegen (1994), ha revisado una gran cantidad de datos correspondientes a la morfología y dimensiones craneodentales de los australopitecinos y los ha comparado con las de chimpancés, gorilas y humanos, adultos e inmaduros. Los grandes australopitecinos de África del Este resultan más próximos a los gorilas, mientras que los del Sur de África se aproximan a chimpancés y humanos. La conclusión es que *la relación de los diferentes australopitecinos con humanos, chimpancés y gorilas debe ser reevaluada*. El verdadero problema es que este tipo de planteamientos hacen tambalearse el paradigma dominante, por lo que son sistemáticamente ignorados, devaluados o relegados al ostracismo por las “jerarquías del evolucionismo”.

Todo parece indicar que la supuesta ausencia de restos de póngidos en el registro fósil es más un resultado de la idea prevaleciente de la evolución humana y del deseo de los investigadores de encontrar “su” ejemplar de gran trascendencia, que de la realidad. Y así se ha puesto de manifiesto recientemente, cuando un póngido (y para colmo, hembra), ha pasado a formar parte (aunque, naturalmente, con discrepancias) del registro paleontológico. El descubrimiento, en Etiopía, este mismo verano, del denominado por sus descubridores (Brunet et al., 2002) *Sahelanthropus tchadensis*, *el más antiguo miembro de nuestra familia*, un cráneo muy completo, pero fragmentado y sujeto, por tanto, a diferentes reconstrucciones en función de las ideas previas sobre su condición, bautizado como *Toumai*, y datado entre 6 y 7 millones de años, ha sido recalificado por Milford Wolpoff, uno de los más brillantes paleoantropólogos actuales, como perteneciente a un gorila hembra ancestral en función, fundamentalmente, de las características de la base del cráneo (Wolpoff et al., 2002). No obstante, tanto sus descubridores como otros expertos, siguen negándose a conceder a los pobres póngidos un lugar en el registro fósil.

La sensación que produce esta situación, que se está convirtiendo en absurda, es que, antes o después habrá que rehacer toda la filogenia humana. Pero, para ello, parece necesario un difícil ejercicio de renovación conceptual (en función de los nuevos conocimientos) en la comunidad de los paleoantropólogos, en la que las interpretaciones darwinistas sobre la condición y la evolución humanas parecen estar tan arraigadas. Una renovación que haga posible desprenderse de la ya obsoleta visión de un cambio gradual y (aunque pretendan negarlo), “progresivo”, dirigido por supuestas ventajas de los “más aptos” en una permanente competencia entre sí mismos, con los demás, con el entorno... y sustituirla por otra más coherente con lo que nos revelan los actuales datos genéticos, embriológicos, ecológicos y paleontológicos sobre los procesos evolutivos. Entre los primeros, unos muy recientes y muy significativos nos pueden dar algunas pistas sobre los procesos implicados en la adquisición de la morfología humana. El equipo de Kelly Frazer, en California, mediante la utilización de “biochips” de ADN, en chimpancés, cuyas diferencias genéticas con el hombre, basadas en el simple recuento de bases distintas (polimorfismos de

nucleótidos), han estado consideradas durante los últimos treinta años en un 1,5 %, han identificado **inserciones y deleciones** que cubren un rango desde 200 a 10.000 bases de longitud y que, en conjunto, comprenden unas 150.000 bases (Pennisi, 2002). Sin duda, estas reorganizaciones genéticas han de tener alguna relación con los hechos que comentaremos a continuación.

La prestigiosa paleontóloga Elisabeth Vrba, coautora junto a S. J. Gould de brillantes trabajos sobre evolución, ha identificado dos períodos de grandes cambios climáticos en la Tierra. Uno de ellos se produjo entre 7 y 4,5 millones de años (África estaba unida a Europa, y el Mediterráneo, antes *Mar de Tetis*, había quedado reducido a unos cuantos lagos salados). Otro, entre 3 y 2 millones de años. Ambos se caracterizan por un notable descenso de la temperatura, grandes transformaciones orogénicas y **cambios evolutivos masivos** (una vez más) en todo el planeta (Vrba, 1999). Estos “cambios evolutivos”, es decir, remodelaciones bruscas sistemáticamente observadas en todos los taxones animales (Kemp, 1999) y vegetales (Moreno, 2002), han de tener alguna correspondencia con la evolución humana (a no ser que se la considere “un caso aparte”). El conjunto de características anatómicas **estrechamente interrelacionadas** subyacentes al bipedismo humano es considerable, e incluye desde el orificio occipital y las curvaturas cervical y lumbar de la columna vertebral, hasta la pelvis más corta y ancha y un fémur inclinado conectados por una musculatura reorganizada, extremidades inferiores largas y con la superficies articulares ampliadas, la articulación de la rodilla modificada para su extensión y un pie de apoyo plano en el que el dedo gordo, aumentado en tamaño, es paralelo al resto. Resulta poco menos que absurdo pensar que cada una de estas modificaciones se pudiera conseguir independientemente, gradualmente y "al azar", a partir de una morfología propia del cuadrupedismo sobre los nudillos.

## UN ÁRBOL CON UNA RAMA

Aunque los primeros indicios de un patrón morfológico humano se remontan, indirectamente, a las huellas de Laetoli de hace 3,6 millones de años, los restos fósiles más indiscutibles datan de unos dos millones de años (las supuestas dos especies *Homo habilis* y *Homo rudolfensis*) caracterizados no sólo por su morfología, sino por estar asociados a una industria lítica sencilla (Oldovaica), que ha llevado a los paleoantropólogos a concederles la consideración de *Homo*. Pero esta condición no sólo se desprende del hecho de su capacidad de elaborar (de preconcebir) herramientas, por simples que sean (lo que, por otra parte, es lógico por ser las primeras, además de que no se dispone de información sobre el uso de herramientas percederas), tampoco del volumen cerebral, un lastre de la antropología decimonónica profundamente arraigado. El carácter distintivo del cerebro humano no es su tamaño, sino su organización y, a falta de datos paleontológicos fiables sobre ésta, sólo podemos guiarnos por un comportamiento distintivamente humano. En Koobi Fora, en Kenia, se han encontrado (Isaac, 1997) los restos de una actividad de planificación y cooperación que sólo así se puede considerar. Hace 2,5 millones de años, los restos de un hipopótamo encontrado, probablemente, muerto, fueron meticulosamente destazados, como señalan las muescas dejadas por las herramientas en los huesos. En su proximidad se encontraron las pruebas de la existencia de una “fábrica” de herramientas en los bloques de piedra llevados allí ex profeso, y unos claros indicios (herramientas y fragmentos de huesos) de un troceo y reparto de alimentos. Estos datos nos informan de unas actividades, (de cuyo origen y precedentes no se dispone, por el momento, de documentación), claramente humanas.

Llegados aquí, quizás sea conveniente un inciso para una breve reflexión: Un argumento profundamente arraigado y muy utilizado en las interpretaciones darwinistas de la evolución humana (y con un evidente componente etnocéntrico) es la pretendida relación entre complejidad tecnológica y capacidad mental. Supuestamente, la sencillez o la uniformidad de las herramientas líticas primitivas indicarían una escasa inteligencia en sus autores (Tattersall, 2000). Sin embargo,



cabe plantearse si el verdadero mérito es de los que producen las mejoras o de los primeros que fabricaron (que concibieron) esas herramientas. De igual modo, no es mayor el mérito de los técnicos que mejoran las prestaciones de un automóvil que el del que ideó la primera máquina “automóvil”. Si alguien afirmase que la simpleza y la poca eficacia de la primera máquina de James Watt reflejan su escasa inteligencia, lo razonable sería dudar de la del emisor de tal juicio.

Pues bien, a partir de estas pruebas tan significativas y de los fósiles de los “homínidos” asociados a esta misma cultura lítica, lo que se observa en el registro paleontológico son matices (variaciones morfológicas irrelevantes y lógicas mejoras en la tecnología) de un mismo tema básico: la organización anatómica y de comportamiento inherente a la condición humana. Los distintos restos humanos datados en fechas posteriores y prácticamente continuos en el tiempo, han sido analizados, medidos, comparados y clasificados por sus diferentes descubridores con una meticulosidad infinitamente superior a la mostrada con los restos de los australopitecinos. Desde lo que se admite como la aparición del “género” *Homo*, es decir, fósiles asociados a una morfología y/o a una cultura claramente humanas, se han propuesto un número variable de “especies” diferentes (por lo que, según el concepto de especie, no deberían ser interfecundas entre sí): *Homo habilis*, *H. rudolfensis*, *H. ergaster*, *H. erectus*, *H. antecessor*, *H. heidelbergensis*, *H. neanderthalensis* y, **finalmente**, *Homo sapiens*. Las “especies paleontológicas”, es decir las basadas en restos casi siempre muy fragmentarios son, en muchas ocasiones, artefactos con una base real poco sólida o, al menos, inverificable. Pero en el caso de la evolución humana, la “compartimentación” específica de unas variaciones morfológicas cuya traducción en términos genéticos se desconoce, pero cuya comparación con la variabilidad actual (existente tras milenios de intercambio genético), hace pensar que no resulta muy superior, es casi un acto de fe. La amplísima distribución temporal (una “estasis” de más de dos millones de años) y espacial (desde África y Europa hasta Extremo Oriente y Oceanía) de una especie formada por grupos no muy numerosos, de una extremada movilidad, y muy susceptibles, por ello, a fenómenos demográficos (que no evolutivos) de deriva genética (aislamientos reproductivos, mortalidad diferencial aleatoria, etc.), justificarían más que sobradamente la variabilidad encontrada a lo largo del tiempo. Y esta posibilidad se ha visto reforzada con el reciente descubrimiento en Etiopía (Asfaw et al., 2002) de un cráneo datado en un millón de años de antigüedad, con unos rasgos morfológicos “característicos” de la supuesta especie *Homo erectus* de China. La consecuencia que deriva de este hallazgo es que *Homo erectus era un grupo casi tan variado y ampliamente distribuido como los humanos actuales* (Clarke, 2002).

Y, por si este descubrimiento no fuera suficiente para derribar los tópicos árboles filogenéticos cargados de especies que se extinguen o que ascienden gradualmente en status humano a medida que cambia ligeramente su aspecto o progresa su tecnología, un también reciente hallazgo, ha sorprendido (cabe suponer que desagradablemente) a los paleoantropólogos constructores de dichos árboles. Se trata de tres pequeños cráneos, acompañados de industria lítica muy primitiva encontrados en Dmanisi, en el Cáucaso y datados, nada menos, que en ¡un millón setecientos cincuenta mil años! (Balter y Gibbons, 2002). *En algunas características los diminutos nuevos cráneos se asemejan a H. habilis, un homínido africano que algunos consideran ancestral a Homo erectus. /.../ Estos especímenes subrayan la necesidad de un profundo replanteamiento de la diversidad del temprano...Homo.*

Estos son sólo algunos de los descubrimientos que están derribando viejos tópicos darvinistas sobre la relación entre diferencias morfológicas y “grado” de evolución. La simplista y arraigada extrapolación que liga progreso tecnológico con progreso en inteligencia (según la cual Bill Gates debería ser infinitamente superior en inteligencia a Platón, por poner un ejemplo de nuestra cultura), llega, a veces, a extremos próximos a lo grotesco: La simplicidad de las primeras herramientas líticas conocidas (la primera gran innovación) es al parecer, un indicio de una capacidad mental tan escasa, que se podría calificar de inexistente: *Los harían sin darse cuenta, lo que no quiere decir que no pudieran entrañar cierta dificultad (es sorprendente la cantidad de operaciones muy complejas que cualquiera de nosotros realiza cada día de forma automática, y es seguro que no somos conscientes de todo lo que pasa por nuestra cabeza)* (Arsuaga, 1999). Es decir, la búsqueda

de piedras adecuadas, la elaboración de las herramientas e, incluso, el troceo y reparto de la carne de un animal se identifican con las acciones que hoy hemos incorporado a nuestras rutinas y realizamos de forma mecánica, para concluir que las distintas actividades efectuadas **para** conseguir alimento hubieron de ser realizados por una especie de “autómatas” que no tenían conciencia de sus actos... Un verdadero “acto de fe”.

Pero, al parecer, las capacidades de estos autómatas inconscientes y “primitivos” eran sorprendentes (según la explicación antes expuesta, los más sorprendidos de los resultados serían ellos mismos). La industria lítica conocida como *Acheulense*, por el lugar de su primer descubrimiento, en Saint Acheul, (Francia), ha estado considerada durante mucho tiempo originaria de Europa, donde (¡cómo no!) se habrían producido las innovaciones culturales fundamentales (hubo toda una teoría basada en el “impulso del frío” al progreso cultural). Esta industria se caracteriza (entre otras cosas) por el “hacha de mano” en la que, además de una mayor zona de corte que las herramientas previas, se puede apreciar una búsqueda premeditada de la simetría (se podría aventurar: de la belleza). Pues bien, en 1992, en unos sedimentos de Konso Gardula (Etiopía) que cubren un período de entre 1,3 y 1,9 millones de años, se encontraron las más antiguas herramientas típicamente acheulenses conocidas por el momento (Asfaw et al., 1992). Pero también hay que hablar de un detalle aparentemente trivial, pero que nos informa de unos hábitos, tal vez no muy elegantes, pero muy humanos: se encontró una mandíbula izquierda característica de *Homo erectus* (para algunos *ergaster*) con evidentes muestras en todos los dientes de haber sido marcados por el uso habitual de mondadientes.

Resulta muy revelador del espíritu que subyace a las interpretaciones darvinistas de la evolución humana, el marcado contraste entre la gran importancia que dan a las diferencias en el aspecto físico de los hombres y la poca valoración que conceden a las pruebas que reflejan una gran inteligencia en los “homínidos” primitivos. De ahí, la escasa relevancia que se da a datos obtenidos en investigaciones muy bien fundamentadas con revelaciones extraordinarias sobre la conducta de nuestros antecesores. En Marzo de 1998, se publicó en Nature el artículo: *Edades por trazas de fisión de herramientas líticas y fósiles en la isla de Flores, Este de Indonesia* (Morwood et al., 1998): Hace 800.000 años, los hombres (los “homínidos” pertenecientes a la “especie” *Homo erectus*) ¡eran capaces de navegar! y cruzar repetidamente distancias que, en los períodos de menor nivel de las aguas, superaban los 19 kilómetros. Ésta es la distancia mínima que separaba la isla de Flores del archipiélago de Sonda (próximo, por cierto, a Australia), donde llegaron a extinguir mediante la caza, perfectamente documentada, tortugas gigantes y *Stegodon* enanos. La conclusión del artículo es que *las capacidades cognitivas de esta especie deben ser reconsideradas*. Efectivamente, la construcción o la utilización de algún tipo de balsa, necesaria para una travesía semejante, y la repetición del hecho, implican una capacidad de previsión y de comunicación, imprescindibles para actuar en grupo, que descalifican a la concepción ortodoxa de estos “homínidos” como seres inconscientes dirigidos por el instinto. Por eso, unas pruebas paleontológicas que serían aceptadas como indiscutibles para apoyar alguna tesis “oficial” son consideradas “débiles” por los darvinistas más ortodoxos.

A medida que aumentan los conocimientos biológicos y los datos del registro fósil, resulta más patente la necesidad de reconsiderar muchos viejos tópicos. Pero, sobre todo, el aparentemente más arraigado y, con toda seguridad, el más distorsionado (y distorsionador) de la concepción de la naturaleza humana, porque constituye la base de la rancia visión victoriana de la realidad que impregna las interpretaciones darvinistas: la idea de que unos hombres son “por naturaleza” superiores a otros, lo que justifica que en la feroz competencia en la que se desarrollan las relaciones entre los seres vivos, sólo triunfen los “más aptos”. Y esta es la explicación de la historia evolutiva de la Humanidad: la “sustitución” sistemática y total (en palabras de Darwin, el “reemplazo”) de los hombres más “primitivos” por los que tuvieran alguna ventaja (siempre relacionada con una mayor inteligencia) sobre ellos. La extrapolación de esta concepción (que, desgraciadamente, es la que mayor difusión tiene en los medios de comunicación por ser la versión “oficial”) a las relaciones entre los pequeños grupos de cazadores-recolectores en que se

desenvolvían nuestros antecesores es, a todas luces, absurda. De los datos históricos sobre grupos humanos con esta forma de vida (y también de los actuales aunque, por desgracia, cada día más escasos y aculturados), la primera característica a destacar es la carencia del sentimiento de posesión de la tierra. La conciencia de que es ella la que ofrece sus dones les hace considerarse como pertenecientes a la tierra. La segunda, es la fácil disposición para la movilidad: cada individuo, cada grupo familiar, no dispone de otros bienes que los necesarios para realizar sus actividades de caza y recolección. Para un modo de vida así, la acumulación de objetos sería absurda, porque habría que transportarlos en cada desplazamiento. Y la tercera, es la cooperación en las cacerías y en la labor de recolección y el reparto de los alimentos obtenidos entre el grupo. Estos hechos, documentados con pocas variantes en distintos grupos africanos, asiáticos, australianos, americanos... no responden a una “idealización” del bucólico modo de vida nómada. Son conductas elaboradas a partir de la experiencia que las ha hecho necesarias porque resultan más eficaces para la supervivencia del grupo que la actitud contraria. Naturalmente, esto no quiere decir que los actos ocasionales de violencia estuviesen ausentes en la vida de estos grupos. De hecho, a veces aparecen en restos fósiles humanos pruebas claras de heridas causadas por actos de violencia interpersonal que suelen ser resaltados como una prueba del carácter violento de estos “homínidos”, cuando lo que muchas veces nos revelan es que la frecuente curación de estas heridas, en ocasiones graves, indica los cuidados eficaces que estas personas se dispensaban. En suma, tanto lo uno como lo otro, una clara prueba de su condición humana.

En este contexto, es decir, en un mundo poblado por bandas nómadas de cazadores-recolectores, la “sustitución” de unos grupos por otros se hace prácticamente (se podría afirmar que totalmente) imposible: Si tenemos en cuenta que de la superficie total de la Tierra, 510 millones de Kilómetros cuadrados, aproximadamente 149 millones, (con pequeñas fluctuaciones en función de los ascensos y descensos del nivel del mar causados por las glaciaciones) estaban libres de las aguas, e incluso considerando sólo una tercera parte de esta superficie (unos 50 millones de kilómetros cuadrados) como la que reuniría las óptimas condiciones para la vida, ¿tiene sentido pensar que unos grupos dispersos y móviles compuestos por no mucho más de 50 personas (límite aproximado impuesto a este tipo de grupos por la cantidad de terreno necesario para su aprovisionamiento), con unas herramientas y “armas” semejantes, básicamente de piedra y madera, tengan la más mínima posibilidad de eliminar totalmente a grupos semejantes, por otra parte, perfectamente adaptados a su entorno a lo largo de milenios?. La población humana total, ya en el Paleolítico superior, se ha estimado en unos 5 millones de personas. Aún siendo el doble, tendrían todo el espacio imaginable para escapar, incluso en el extremadamente improbable caso de que los recién llegados, a pesar de su cultura cazadora-recolectora, dispusieran de alguna supuesta superioridad producida por alguna “mutación” darwinista responsable de una conducta colonialista.

En base a estos argumentos, (o más concretamente, a estos datos), y haciendo uso de una mínima capacidad de imaginación, parece más razonable pensar que, a lo largo de milenios (hay que resaltar: **milenios**) de vida móvil, de encuentros y de compartir hábitat y modo de vida, se estableciese un inevitable “flujo génico” entre ellos. De hecho, otra característica muy habitual entre los grupos nómadas históricos es el intercambio de jóvenes entre distintos grupos, consecuencia probable de la observación de los problemas derivados de un exceso de endogamia, y que se realizaba (y aún se realiza) mediante grandes reuniones periódicas de varios grupos o, incluso, menos diplomáticamente, por medio del secuestro (más o menos ritualizado) de muchachas por los jóvenes de otros grupos. Desde luego que, dada la inmensidad del territorio disponible, es muy posible que algunos grupos hayan permanecido aislados durante mucho tiempo, como se ha documentado en Java y, últimamente, en Australia (Thorne y Wolpoff, 1992) que, a la luz de las precoces capacidades “marineras” de sus posibles pobladores, fue colonizada, con toda seguridad, mucho antes de lo que generalmente se cree. Una colonización consciente y llevada a cabo por una “especie” *muy polimórfica y ampliamente distribuida, casi como la Humanidad actual.*

## EL ORIGEN DE LA POBLACIÓN ESPAÑOLA: ¿GENOCIDIO O MESTIZAJE?

Los indicios más antiguos (por el momento) de la presencia humana en España datan de entre 1,6 y 0,9 millones de años. El yacimiento de Orce en Venta Micena (Granada) arrojó una calota (parte superior del cráneo) que se describió como de un individuo infantil y que fue objeto de una vergonzosa polémica entre especialistas, algunos de los cuales ridiculizaron a sus descubridores (Martinez-Navarro y cols., 1997), al afirmar que se trataba de un cráneo de asno. Lo cierto es que, aunque el fragmento craneal no presenta caracteres anatómicos que resulten claramente significativos (aunque, finalmente, parece haber sido aceptado como humano), la presencia del hombre en España pudo ser tan antigua como entre 1,6 y 1,4 millones de años, como atestiguan los restos de cultura oldovaica dispersos por yacimientos del Sur y Este peninsular.

Pero, sin duda, el yacimiento más informativo es el espectacular (y probablemente único en el Mundo) sitio de Atapuerca. Su historia paleontológica es antigua, pero la más fecunda comienza en 1976 con el "redescubrimiento" de la "Sima de los huesos" por el ingeniero de minas Trinidad Torres, que encontró restos humanos cuando buscaba fósiles de osos para su tesis doctoral. Su director de tesis era el paleontólogo Emiliano Aguirre, que dirigió la excavación sistemática llevada a cabo por José María Bermúdez de Castro y Juan Luis Arsuaga. Pero quizás sea más informativo comentar los hallazgos por su cronología paleontológica. La disposición geográfica de la Sierra de Atapuerca nos puede ofrecer un indicio de la visión estratégica de sus (sin duda, abundantes) pobladores a lo largo del tiempo. Es una colina que se extiende de Noroeste a Sudoeste en el valle del río Arlanzón, en la provincia de Burgos. Desde ella se domina la salida del Corredor de la Bureba, el valle que conecta las cuencas del Duero y el Ebro, un punto de paso obligado entre el Norte y el Sur, bañado por el río Arlanzón y que siempre ha mantenido una gran riqueza de fauna y flora. La naturaleza caliza de la sierra ha posibilitado que la erosión del agua haya excavado en ella numerosas cuevas (complejos kársticos), a veces enormes, que desde hace más de un millón de años ofrecían magníficos refugios. Aunque la extensión del yacimiento es enorme y, probablemente, nos depare todavía mayores sorpresas, los restos humanos más antiguos (más de 780.000 años) y completos encontrados hasta la fecha aparecieron en "la trinchera del ferrocarril". Pertenecen a un individuo juvenil, probablemente no mayor de catorce años. Son un fragmento de hueso frontal con el inicio de la cara, dientes y un trozo de mandíbula con el tercer molar sin salir. Además han aparecido 36 fragmentos de huesos pertenecientes a unos seis individuos y más de 100 piezas de herramientas líticas de tipo oldovaico. La morfología del fragmento de cara (de aspecto "moderno") asociada a un frontal prominente llevó a los descubridores a atribuir al resto la condición de nueva especie de "homínido": *Homo antecessor*, situándole en el punto exacto de la bifurcación entre el linaje humano actual y el (supuesto) callejón sin salida evolutiva representado por los Neandertales. Aunque tal propuesta no ha sido aceptada por diversos especialistas sobre la base de que, según la más estricta ortodoxia paleontológica, no se puede crear una "nueva especie humana" a partir de un individuo juvenil que no ha finalizado el crecimiento, cabe suponer que los recientes hallazgos de *Homo erectus* en África y los *Homo* de Dmanisi, y el reconocimiento de su gran polimorfismo y amplia distribución, habrá zanjado la polémica.

Pero, quizás, la interpretación más merecedora de una (humilde) reconvencción porque es la que más resonancia ha obtenido de este hallazgo, (y no sólo por causa de las típicas exageraciones periodísticas, sino por el énfasis puesto en ello por los investigadores), es la calificación de "caníbales" con que se ha publicitado el hallazgo: La mezcla de fragmentos humanos con herramientas de piedra, junto con que en , al menos, en dos falanges y en un fragmento de cráneo se hayan encontrado marcas que indican una descarnación, les ha llevado a la conclusión de que *los primeros europeos eran caníbales*, llegando a afirmar que para ellos *la diferencia entre un cadáver de ciervo y otro humano no existía aún* (Atapuerca. Página web, UCM). Si tenemos en cuenta que la diferencia entre un cadáver de la propia especie y de otra existe para un buen número de

mamíferos (y probablemente, en otros taxones), esto equivaldría a atribuir a estos hombres la condición, no ya de “prehumano”, sino de “premamífero”. Teniendo en consideración el amplio eco social que han adquirido estos hallazgos, que han descubierto para muchos ciudadanos el hecho de la evolución humana, no parece éste el mensaje más adecuado para transmitir. Desconocemos las circunstancias o los motivos que llevaron a ello (desde luego, como en cualquier depredador, no sería un modo preferente de alimentarse), ni si era algo frecuente o si podría tener algún otro sentido que no fuera el gastronómico. No puede caracterizarse a todo un grupo por un hecho que puede ser ocasional o producido en circunstancias dramáticas (como no se puede extrapolar a una nacionalidad los hechos derivados de un accidente aéreo o de un naufragio). Tampoco podemos calificar o juzgar a estos hombres basándonos en nuestras actuales creencias o principios. Lo cierto es que vivieron en condiciones, a veces muy duras, que imponían las glaciaciones que en aquella época cubrieron de hielo gran parte de Europa (con sólo que los inviernos fueran tan duros como lo son en la actualidad, se puede tener una idea), y su simple supervivencia indica una gran capacidad cultural para hacer frente a un clima muy adverso, a pesar de que el organismo humano sólo está naturalmente capacitado para la vida en zonas cálidas (sólo podemos sobrevivir en zonas frías gracias al recurso de vestuario, refugios y alguna fuente de calor).

La continuidad de la ocupación de Atapuerca por el hombre está representada (por el momento) por los yacimientos de “La Sima de los huesos”, junto con otros contemporáneos de “La Trinchera” asociados con industria lítica de tipo Acheulense y datados en torno a los 400.000 años. En la Sima se han encontrado un número mínimo de treinta y dos individuos, hombres y mujeres de diversas edades, pero que no parecen representar la distribución de edades de una banda completa. Eran individuos muy corpulentos y la morfología de sus cráneos presentaba características que se encontrarán, más acentuadas, en sus sucesores, los Neandertales. Entre la amplia gama de denominaciones específicas atribuidas a restos fragmentarios, a estos se les ha incluido dentro de una “especie” establecida, en este caso, a partir de un solo hueso: *Homo heidelbergensis*, que corresponde a la mandíbula de Mauer, datada entre 500.000 y 400.000 años. En “La Sima de los huesos” no se han encontrado instrumentos líticos ni restos de herbívoros (presas habituales), lo que indica que no era un lugar de habitación. La hipótesis más admitida y razonable es que la acumulación de estos restos tenga un origen humano (lo que constituiría algún tipo de enterramiento), y que las marcas de mordeduras que presentan más de la mitad de los restos sean debidas a carroñeros posteriores, aunque no se puede descartar que sean la causa de su muerte (es decir, muertos por carnívoros) lo que podría justificar, incluso, un enterramiento selectivo.

En lo que respecta a sus sucesores, los Neandertales, sus singulares características morfológicas les han convertido, siempre en función del esquema mental darvinista, en la última “rama lateral” de la evolución humana. Para los paleoantropólogos representantes de la versión “dura” del darwinismo eran una especie de autómatas grotescos si el menor rastro de humanidad. Según Ian Tattersall, del Museo Americano de Historia Natural, les faltaban las conexiones necesarias en el cerebro para pensar y hablar (desconocemos el origen de su documentación “neurológica”). Para él, un Neandertal representaría la máxima expresión del instinto, es decir, el límite de las cosas que se pueden hacer inconscientemente, automáticamente. Y esta es una concepción que, desgraciadamente, resulta difícil de refutar, porque, más o menos acentuada, es la que se transmite a la sociedad en libros divulgativos, documentales científicos y películas comerciales. Al parecer, es necesaria una justificación argumentada “científicamente” para su extinción (total, sin dejar el menor rastro) ante el avance de los hombres “más evolucionados”.

Sin embargo, lo que parece más próximo a la realidad es que, aunque el estereotipo de los neandertales que ha quedado grabado en el imaginario social como una especie de brutos encorvados y patizambos, se debe a la reconstrucción elaborada, a principios del siglo pasado, por el belga Marcelin Boule sobre los restos de La Chapelle-aux-Saints que pertenecían ¡a un anciano con artrosis!, los neandertales eran individuos con una morfología y un comportamiento absolutamente humanos. (Lo que pone de manifiesto, una vez más, que son las interpretaciones más sensacionalistas o llamativas las que más profundamente calan en la sociedad). Sus características

especiales, su robustez y su cara prominente son, simplemente, una acentuación de las de sus predecesores locales, impulsadas por el aislamiento en unas condiciones climáticas extremas. Durante las glaciaciones precedentes (Günz, Mindel y Riss), los animales y los hombres que vivían en Europa descenderían paulatinamente hacia tierras más meridionales, empujados por el avance de los hielos. Forzosamente, la Península Ibérica se debió convertir muchas veces en centro de confluencia e intercambio genético y cultural de distintos grupos humanos (los lugares privilegiados, como la Sierra de Atapuerca, debieron llegar a ser “el no va más” del cosmopolitismo de la época). Sin embargo, cuando hace unos 140.000 años se comenzó a producir la última gran glaciación, la conocida como Würm, los hombres que habitaban Europa Occidental y Central, que habían conseguido una magnífica adaptación cultural a climas muy fríos, no emigraron, por lo que permanecieron con un alto grado de aislamiento del resto de la Humanidad durante casi 100.000 años. Su supervivencia durante todo este tiempo en unas condiciones ambientales que, aunque en ocasiones (los períodos interestadiales) eran más soportables, en general eran extremadamente rigurosas, implica, forzosamente, un perfecto conocimiento y control del entorno. Su magnífica cultura lítica “Musteriense”, elaborada mediante la degradación de nódulos discoidales de sílex de los que extraían lascas a las que daban diferentes formas utilizando percutores blandos era extremadamente eficaz para fabricar punzones, cuchillos, raspadores... hasta sesenta tipos de utensilios diferentes. Eran hábiles curtidores de pieles, como atestiguan los numerosos raspadores, y en cuanto al uso de otros instrumentos, como los de madera, de difícil fosilización, se puede deducir del hecho de que sus antecesores de hace 400.000 años utilizaron unas lanzas de maderas de picea, encontradas fosilizadas en turba en el yacimiento de Binzingsleben (Alemania). Eran tres lanzas perfectamente pulidas y equilibradas para ser lanzadas con precisión. Dominaban perfectamente el fuego, lo cual es lógico, porque sin la capacidad de encenderlo (es decir, dependiendo de su conservación a partir de combustiones espontáneas de nafta o de rayos, como muchos sostienen), su larga supervivencia habría sido imposible. De hecho, se han encontrado, por ejemplo, en Pech de l’Azé (Francia), hogares formados por piedras bien colocadas y muy usadas. También en Francia, en la gruta de Lazaret, se ha comprobado que construían tiendas en su interior. Las piedras que sujetaban la base de las tiendas atestiguan que las construían con la entrada en dirección opuesta a la de la cueva, para mejorar la protección. En definitiva, si estas actividades eran “inconscientes” los paleoantropólogos habrán de inventarse el concepto de “inconsciencia inteligente”.

Su presencia en la Península Ibérica queda atestiguada por restos como la mandíbula de Bañolas, el reciente hallazgo de la Gruta del Sidrón (Asturias), compuesto, por el momento, por más de 120 fragmentos de, al menos, tres individuos (Rosas y Aguirre, 1999), los indicios de su presencia en Atapuerca, el cráneo de Gibraltar, los restos infantiles de Portugal... pero, sobre todo, por los fósiles de Zafarraya (Málaga) datados en torno a los 30.000 años y considerados como “los últimos neandertales”. Porque, según la “versión oficial”, los neandertales se extinguieron, arrollados por la superioridad cultural pero, sobre todo, intelectual, del “hombre moderno”: *Desde el punto de vista de la Historia con mayúsculas podemos decir que sabemos lo que pasó. Los neandertales fueron sustituidos por los humanos modernos. Tal vez hubo casos de mestizaje, pero no se dieron en una cantidad suficiente para que sus genes hayan llegado hasta nosotros. Nada me haría tanta ilusión como llevar en mi sangre una gota siquiera de sangre neandertal, que me conectara con esos poderosos europeos de otro tiempo, pero temo que mi relación con ellos es sólo sentimental*, (Arsuaga, 1999). Si tenemos en cuenta que, por ejemplo, se ha estimado que compartimos con el ratón el 99% de los genes (Gunter y Dhand, 2002), lo que pone de manifiesto definitivamente que la “información genética” no está sólo en el ADN, y se sabe que compartimos gran cantidad de secuencias con todo el mundo viviente (animal y vegetal), hasta llegar a las bacterias, hay que decir que no se sabe de donde puede salir el fundamento genético que permite afirmar que “sus genes no han llegado hasta nosotros”.

La realidad es que no existen pruebas fiables de esta “sustitución” y, a falta de estas pruebas, intervienen las “firmes convicciones”. Los datos de que disponemos son que hace unos 40.000 años comienzan a aparecer en Europa un tipo de herramientas y utensilios denominados genéricamente

“Auriñacienses”. Asociados a estos aparecen restos humanos con morfología parecida a la “moderna”, que han recibido la denominación de “cromañones” por los restos del “viejo” de Cro-Magnon (Francia) datado, por cierto, en unos 25.000 años de antigüedad. Tras un período de unos 10.000 años (resulta difícil de imaginar: 10.000 años) durante el que los vestigios de ambos tipos de morfologías y de culturas se encuentran intercalados por diferentes puntos de Europa, la morfología y la cultura características de los neandertales desaparecen del registro fósil.

Pero, antes de continuar, puede ser conveniente una breve consideración sobre qué es la "morfología moderna" ¿tal vez la parecida a la de los actuales europeos? Porque morfología moderna es la de los esquimales, con las proporciones corporales exactamente iguales a las de los neandertales y la de los esbeltísimos nilóticos o los pequeños bosquimanos y pigmeos. Morfología moderna es la de los "aborígenes" australianos, muchos con su gran "torus supraorbitario" y un acentuado prognatismo, con todo el aspecto, apoyado por la continuidad del registro fósil (Wolpoff y Thorne, 1992), de ser herencia directa de los "marineros" de la isla de Flores...

Estos 10.000 años de más que posible contacto entre diferentes culturas cuentan con interpretaciones muy distintas que, aunque dentro de la inercia explicativa de la ortodoxia darwinista, parecen distinguirse por distintas concepciones de lo que es "inherente a la condición humana" en las que pueden ser detectables ciertos componentes culturales. El inicio de lo que se denomina Paleolítico Superior, asociado (cómo no) con la industria Auriñaciense, caracterizada por láminas de piedra alargadas, como “cuchillos de dorso”, el uso de hueso y marfil y dientes de animales para hacer agujas, puntas de azagayas y adornos, se relacionaba con la “irrupción en Europa del “hombre anatómicamente moderno”. Sin embargo, una variante de la industria Auriñaciense, caracterizada por utensilios semejantes, la industria Chatelperroniense, ha aparecido asociada a restos indiscutiblemente neandertales, en los yacimientos franceses de Arcy-sur-Cure y Saint Cesaire. Este tipo de industria se ha encontrado distribuido por Francia, norte de España y con variantes, también asociadas con neandertales, en Italia y Europa Central y del Este. La explicación “dura”, es decir, más estrictamente darwinista es que los neandertales adquirieron estos utensilios del "hombre moderno", bien mediante la imitación o incluso el robo. Para Richard Klein *no se puede hablar de una mente moderna hasta que no aparecen las primeras manifestaciones de adorno personal y de arte (éste último asociado sólo con cromañones)*. Ian Tattersall lo explica con más datos científicos: *La mente humana moderna surgió como todas las grandes novedades biológicas: por evolución, y como decía Darwin, sin intervención divina* (que, al parecer, es la única alternativa posible al darwinismo), pero en este caso "de golpe", y en un "hombre moderno". Para Tattersall, *las habilidades de los neandertales en la talla de la piedra, aunque sorprendentes, eran algo estereotipadas; muy pocas veces, si alguna, elaboraban instrumentos utilizando otras materias primas. Muchos paleontólogos ponen en cuestión su grado de especialización venatoria*.

Sin embargo, hay una forma muy distinta de valorar las capacidades de los neandertales y que, curiosamente (casi sorprendentemente), no se basa en las "firmes creencias", sino en la investigación científica. Francesco d'Errico del Instituto de Prehistoria de Burdeos, João Zilhao del Instituto Arqueológico de Portugal y otros investigadores franceses que han trabajado en el yacimiento de "la Cueva del Reno" de Arcy, han desmontado la teoría de "la recogida": el material de adornos y utensilios óseos de los neandertales estaba rodeado de restos y esquivas que indicaban que habían sido hechos allí mismo (Bahn, 1998)

Pero no importan las pruebas. Los darwinistas "duros" parecen ser "inasequibles al desaliento". Los neandertales debían tener alguna inferioridad, y hay que encontrarla aunque se tenga que recurrir a los argumentos más pintorescos. He aquí los de Wesley Niewoehner, de la Universidad de Nuevo México en Albuquerque y comentados así en la revista Nature (Clarke, 2001): *Los neandertales, macizos y bien musculados, probablemente tenían unos dedos demasiado gruesos para hacer uso efectivo de tecnología avanzada de la Edad de Piedra o para realizar tareas de destreza como grabar. /.../ Esto da peso a la idea de que los humanos modernos recientes sustituyeron a los neandertales por su superior uso del mismo tipo de herramientas. /.../ Así, aunque los neandertales pudieron probablemente fabricar y usar herramientas complejas, **no***

*podieron hacerlo muy a menudo o muy cuidadosamente, (?) y no fueron capaces de tareas más sofisticadas como grabar o pintar, que fueron desarrolladas por los humanos modernos.*

Como no parece que estos despropósitos merezcan un comentario, volvamos a los datos del registro fósil: La cronología de las dos culturas apoyan el carácter autóctono de la Chatelperroniense. Para Anne-Marie Tiller y Dominique Gambier *existe un vacío antropológico durante el período Auriñaciense europeo entre hace 40 y 35.000 años o, al menos, un problema para identificar los escasos fósiles disponibles. Pero parece claro que el nacimiento del Chatelperroniense fue anterior al Auriñaciense.* En cuanto a la "discontinuidad" morfológica, no parece tan clara. Para Tillier y Gambier (2000) *los restos humanos auriñacienses presentan cierta robustez y conservan caracteres "arcaicos"* (Porque "el viejo" de Cro-Magnon, no era de morfología estrictamente "moderna"). Por otra parte, *los últimos neandertales eran más gráciles que los primeros, de modo que el cráneo de Saint Cesaire tiene más semejanzas con el de un hombre moderno que el neandertal de La Chapelle-aux-Saints, 15.000 años más antiguo...* En definitiva, es más que posible que el hombre de Neanderthal no haya sido "sustituido", sino que sus características se habrían diluido, a lo largo de más de 10.000 años de contacto e intercambio, en una población de morfología más grácil muy superior en número. Muy probablemente, "la sangre" de los neandertales continúa entre nosotros.

Las pruebas de "características intermedias" y los indicios de mestizajes se encuentran repartidos en restos fragmentarios por Europa central y del este (Predmost y Brno en Moravia, Vindija en Yugoslavia...) y un discutido ejemplar (por ser infantil) en Portugal, pero mucho más evidentes en fósiles muy abundantes y completos de Oriente próximo, donde los neandertales han coexistido, se han mezclado y compartido cultura, modo de vida y rituales con hombres de aspecto parecido a la morfología "moderna", es decir, de cráneos más redondeados, entre hace 100.000 y 35.000 años. Entre estos, el hallazgo en Kebara (Arensburg y Tillier, 1990) de un enterramiento neandertal de hace 60.000 años, en el que encontró un hueso hioides, de difícil fosilización por su fragilidad, es un indicio tan indiscutible como innecesario, (dadas las pruebas tan antiguas de un comportamiento dirigido por la planificación y la coordinación) de la existencia de un lenguaje articulado, porque sobre él se sitúan las cuerdas vocales. Pero ni esta prueba parece ser suficiente. Para Richard Klein (1989) de la Universidad de Chicago, *todavía era necesaria una evolución neurológica para llegar a la modernidad completa.* Este absurdo dogmatismo que lleva a inventarse unas supuestas "mejoras" progresivas en la organización cerebral de las que no existen las menores pruebas no tiene, en realidad, ningún contenido científico y sí mucho de prejuicio sobre la lógica de la "sustitución" de los menos "aptos" justificada por una supuesta superioridad intelectual, como refleja claramente la frase con que Ian Tattersall (2000) finaliza su argumentación sobre este tema: *Aunque los lingüistas le han dedicado muchas horas de especulación, se nos escapa cómo surgió el lenguaje. Pero sabemos que un ser equipado por capacidades simbólicas es un rival extraordinario...*

## EL MENSAJE DEL ADN Y LA MANIPULACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El estudio de ADN rescatado de fósiles de neandertales como el histórico "Feldhofer" encontrado en Alemania en 1856 o el de un resto infantil del norte del Cáucaso *apoya la ampliamente admitida pero todavía controvertida visión de que los humanos modernos tuvieron poca o ninguna mezcla con los Neandertales, según William Goodwin de la Universidad de Glasgow y sus colegas (Gee, 2000).* Esta aparente confianza en los datos contrasta con el espíritu crítico con que se acogen pruebas mucho menos frágiles (en el más estricto sentido). Porque el ADN es extremadamente frágil y degradable tras decenas de miles de años de fosilización de los



huesos. Por otra parte, las probabilidades de “contaminación” en estos huesos son enormes, tanto por la manipulación como por ADN del entorno (en un puñado de tierra hay millones de bacterias y virus). Pero, incluso en el caso, extremadamente improbable, de que estos fenómenos no se hubieran producido, la comparación de la variabilidad (polimorfismos) del ADN humano de hace 30.000 años, en poblaciones que habían sufrido un largo aislamiento, con la población actual, no sería especialmente informativa. Y esto pone de manifiesto, una vez más, que en el campo de la evolución pero muy especialmente en el de la evolución humana los resultados obtenidos mediante metodologías, técnicas o materiales limitados o discutibles se pueden interpretar a gusto del investigador en función de lo que se quiere demostrar. Y lo que se quiere demostrar queda claro en la frase con que Paul Mellars (1998) zanja el debate sobre “El destino de los Neandertales”: *La vehemencia de algunos científicos en reclamar la cercana relación con los Neandertales puede estar cercana a negar que la evolución humana está teniendo lugar en la actualidad.* Es decir, que “la supervivencia de los más aptos” continúa.

Pero la manipulación de los datos puede ir más lejos que la consistente en la interpretación sesgada de datos discutibles. La hipótesis de la “Eva mitocondrial” de Wilson y Caan (1992) que ya ha sido incorporada a los libros de texto, parece haber arraigado firmemente en la comunidad "oficial" de Paleoantropólogos aparentemente deslumbrados por su aureola de "ciencia dura", es decir, basada nada menos que en datos moleculares. Según tal hipótesis, el hombre moderno descende, en su totalidad, de una "Eva" que habría vivido en África hace unos 200.000 años. Sus descendientes se habrían extendido por el Mundo y habrían sustituido, o lo que es igual, exterminado, a todos los hombres (homínidos, en su terminología) previamente existentes desde África a Siberia, desde Europa hasta Extremo Oriente... Para esta, al parecer, extendida concepción se trataría, no ya de un exterminio total como el de los pobres neandertales aplastados por una población muy superior en número, sino del caso contrario: la "sustitución" total de poblaciones adaptadas biológica y culturalmente a entornos muy variados (y algunos muy duros) por pequeños grupos inconexos procedentes de un medio tropical. Aunque tal proceso resulta totalmente irreconciliable con el más elemental sentido común, está basado en datos "rigurosamente científicos": *De las primeras comparaciones entre proteínas de especies diferentes brotaron dos nuevas ideas: la de las mutaciones neutras y la del reloj molecular. Con respecto a la primera, la evolución molecular parece dominada por esas mutaciones fútiles que se acumulan con una cadencia sorprendentemente regular en los linajes supervivientes. /.../ La segunda idea, la de los relojes moleculares, surgió de la observación de que el ritmo de cambio genético según mutaciones puntuales (cambios en determinados pares de bases de ADN) es tan regular, en largos periodos, que se las podría usar para datar divergencias de troncos comunes. /.../ El ADN que estudiamos reside en las mitocondrias, orgánulos celulares que convierten alimentos en energía disponible para el resto de la célula. /.../ A diferencia del ADN nuclear, el de la mitocondria se hereda sólo de la madre, sin más cambio que las eventuales mutaciones. La contribución paterna acaba en la papelera, como quien dice, de los recortes. /.../ De ello se infiere, en pura lógica, que todo el ADN mitocondrial humano debe de haber tenido una última antecesora común.*

La asunción de todos estos postulados derivó en la construcción de un espectacular árbol filogenético que, si bien presentaba individuos de distinta procedencia intercalados en diferentes poblaciones, tuvo una gran resonancia, tanto científica como en los medios de comunicación: El origen del hombre moderno estaba en África, y el "reloj molecular" era concluyente: la "Eva mitocondrial", la primera mujer moderna, había vivido hace unos 200.000 años. El problema fundamental de estas conclusiones es que todos los postulados en los que se basa son absolutamente falsos. Las mitocondrias no son sólo la "central de energía" de la célula. Su ADN participa en procesos tan importantes como el control de la *apoptosis* (muerte celular programada) fundamental, por ejemplo, en el desarrollo embrionario. Esto descalifica la supuesta neutralidad de sus mutaciones, pero también el hecho de que algunas de ellas pueden causar graves enfermedades neurológicas. En cuanto a la transmisión únicamente por vía materna, está desmentida por la comprobación de la transmisión de una enfermedad de éste origen por parte del padre. Pero, muy

especialmente, la existencia de los supuestos "relojes moleculares", una entelequia totalmente contradictoria con la base teórica de la evolución por mutaciones puntuales y al azar, pero sorprendentemente asumida como un hecho constatado, ha sido abordada, finalmente, de una forma rigurosa (Rodríguez-Trelles et al., 2001) analizando tres proteínas utilizadas habitualmente como "relojes moleculares": La *glicerol-3-fosfato deshidrogenasa* (GPDH), la *superóxido dismutasa* (SOD) y la *xantina deshidrogenasa* (XDH). El estudio se llevó a cabo en 78 especies representativas de los tres Reinos multicelulares: hongos, plantas y animales. Las conclusiones son: *Hemos observado que: (1) Las tres proteínas evolucionan erráticamente en el tiempo y entre los linajes y (2) Los patrones erráticos de aceleración y deceleración difieren de locus a locus.* La constatación de estos hechos *ha sacado a la luz la cuestión de cuán real es el reloj molecular o, más aún, si existen los relojes moleculares.* Datos verificables experimentalmente como estos, dispersos en distintas publicaciones, se acumulan continuamente sin tener, al parecer, la menor repercusión en la rutina habitual de la elaboración de árboles basados en la evolución "por cambios graduales y aleatorios" que siguen haciendo uso de los supuestos "relojes moleculares" para confirmar sus hipótesis. Pero eso no es todo: *Otras críticas a los resultados de Wilson tienen que ver con el número de árboles obtenidos. Es bastante frecuente que los autores no den el número total de árboles igualmente parsimoniosos, sino que se limitan a seleccionar algunos para su publicación* (Barriel, 1995). De hecho, *utilizando los mismos datos, pero con una versión más reciente del programa de parsimonia, el norteamericano David R. Madison de Harvard, obtiene hasta 10.000 árboles más parsimoniosos.*

Revelaciones de este tipo ponen de manifiesto que las ideas preconcebidas de una evolución humana dirigida por competencias y "sustituciones" y dominada, al parecer, por una tal repugnancia por la idea del mestizaje, que éste no cabe en sus esquemas mentales, pueden conducir, no sólo a interpretaciones descabelladas, sino a auténticos fraudes en la práctica científica. Sin embargo, la "Eva mitocondrial", cuya antigüedad se ha "precisado" últimamente en 143.000 años, (Caan, 2002), parece ser tan real para muchos científicos como su contrapartida masculina, el "Adan" del cromosoma Y. Según Peter Underhill y sus colegas de la Universidad de Stanford, (Underhill et al., 2000) que han estudiado la variabilidad genética del cromosoma Y en más de 1000 hombres de 22 áreas geográficas, todos los hombres actuales descienden de un "Adan" que vivió en África hace, exactamente, 59.000 años, según su "reloj molecular". Esto plantea un problema, no despreciable, de un período de "desajuste matrimonial" de nada menos que 84.000 años. Pero todo se puede explicar: Según Underhill, las "tribus dominantes" se quedaron con todas las mujeres (descendientes, a su vez, de "Eva"). Es más, el 95% de los hombres europeos descienden de unos 10 "Adanes" procedentes de distintas oleadas. Aunque estas afirmaciones emitidas con tal seguridad puedan sonar a broma, sus trabajos han sido publicados (es decir, "aceptados") por las más prestigiosas revistas científicas.

Sin embargo, y dentro de los mismos esquemas conceptuales y metodológicos de la evolución darwinista, las conclusiones pueden ser muy diferentes. Alan Templeton de la Universidad de St. Louis ha estudiado la variabilidad del ADN en varones y mujeres de muy diversas poblaciones. Para intentar clarificar los resultados, muchas veces contradictorios, de los estudios de secuencias individuales, ha estudiado diez regiones de cromosomas autosómicos, además de cromosomas sexuales y mitocondrias. Sus resultados son que, tras la primera emigración de *Homo erectus*, hubo una segunda entre 400.000 y 800.000 años, otra hace unos 100.000 años y otra más reciente desde África hasta Asia, *con gran cantidad de intercambio genético entre grupos.* Según Templeton: *África ha tenido un gran impacto genético en la Humanidad, pero mi análisis no es compatible con un reemplazamiento completo* (Templeton, 2002). Aunque estas conclusiones (por cierto, muy criticadas por los partidarios de la "sustitución) parecen mejor fundamentadas y más razonables que las anteriores, el problema sigue estando en la base conceptual. En la idea de una evolución gradual, continua y "progresiva" en la que se fundan los falsos "relojes moleculares". Es cierto que existe una variabilidad genética, por cierto, mínima, en polimorfismos del ADN que son neutrales, es decir, irrelevantes en el contexto de la evolución, y es (o parece) cierto que en las poblaciones

africanas existe una mayor variabilidad en algunos marcadores de este tipo que en el resto de la Humanidad, pero esto es sólo un indicio más de un remoto origen africano. Las impresionantes semejanzas genéticas de toda la Humanidad (King y Motulsky, 2002) son, sin duda, un reflejo de una larga historia de encuentros e intercambio genético que seguramente ha caracterizado a la especie humana desde su nacimiento, y no de un origen reciente del hombre “moderno”, porque, muy posiblemente, la evolución humana acabó, al menos por el momento, con la aparición de los primeros hombres, hace más de tres millones de años.

## LA LEY DEL MAS FUERTE

Las “firmes creencias” darwinistas no responden sólo a las de una concepción científica caduca y ya obsoleta de la Naturaleza, porque en sus premisas y en sus argumentos se pueden identificar, más o menos disfrazados de “objetivos” o de “políticamente correctos”, todos y cada uno de los rancios prejuicios culturales y sociales que alumbraron su nacimiento. La idea de que las cualidades humanas, las virtudes y los defectos, son innatas, se pueden encontrar hoy disfrazadas de disciplina científica bajo la denominación de “Genética del comportamiento humano”, un artificio totalmente rebatido por los conocimientos actuales sobre la expresión génica en la que ni siquiera existe la, ya anticuada creencia, de una relación directa entre un gen y una simple proteína y en la que el ambiente juega un papel primordial. Cuánto menor aún será la supuesta relación entre “los genes” y algo tan complejo, tan circunstancial y tan influido por el ambiente (por el aprendizaje) como es el comportamiento humano. Sin embargo, esta pretendida disciplina científica parece contar con una consideración creciente en nuestro entorno cultural, aún cuando las aplicaciones de sus imaginarios descubrimientos sólo pueden ser negativas: No se pueden sustituir, en todos los marginados o inadaptados sus supuestos “genes defectuosos” por genes de triunfador o de “políticamente correcto”, pero sí puede resultar una causa de discriminación más grave, más injusta y más falsa que cualquier otra, la consideración de que ciertos individuos sean portadores de estos falsos genes “inadecuados”.

Desgraciadamente, las informaciones sobre la extremada complejidad y de lo (mucho) que desconocemos de los fenómenos biológicos no resultan tan “periodísticas” como las simplificaciones dogmáticas de los científicos darwinistas o las noticias sobre descubrimientos espectaculares como los de “los genes del miedo” o de la homosexualidad o, incluso, de la base genética de la marginalidad. Y lo realmente dramático es que esta concepción de la naturaleza humana está calando profundamente en la sociedad porque confiere un carácter científico a muy viejos y muy nefastos prejuicios. Y así, se extiende a pueblos o culturas enteras la condición de “intrínsecamente perversos”, fanáticos o delincuentes, por naturaleza, porque lo llevan en sus genes. La hipocresía de afirmar que las diferencias creadas en el Mundo por unas circunstancias históricas concretas y acentuadas por un modelo económico aberrante (el modelo del que surgieron las bases conceptuales del darwinismo) son “naturales”, oculta en realidad una cínica justificación de la situación y transmite una estúpida creencia en la propia superioridad. Porque la competencia “está en la naturaleza humana” (Arsuaga, 2002), y los que triunfan son los mejores. Al parecer, la única posibilidad, no ya de éxito, sino de simple supervivencia, está en una competencia permanente, y del mismo modo que en la teoría darwinista la supervivencia del “más apto” pretende justificar “con el tiempo” lo injustificable, la “libre competencia” será beneficiosa para todos “con el tiempo” como se puede comprobar observando la situación, cada día más dramática, en que se encuentra la mayor parte de la Humanidad.

La desalentadora sensación que produce la aceptación de estos argumentos cargados de conceptos vacíos, es de que estamos asistiendo a una crisis, no sólo ética (que es muy evidente), sino también intelectual. De que se ha extendido una especie de “pereza mental” que impide

profundizar, no sólo en la comprensión de los fenómenos naturales, sino también en las causas (en la raíz) de los graves problemas a los que se enfrenta la Humanidad y afrontarlos de una manera coherente. Porque, como hasta la persona más sencilla (o más “primitiva”) puede comprender, en toda competencia hay pocos ganadores y muchos perdedores. Y, de seguir por este camino, el premio para los vencedores no va a ser, precisamente, envidiable.

AGRADECIMIENTOS: A mi colega Armando González por las, siempre enriquecedoras, conversaciones sobre osteología humana y por sus aportaciones de documentación. (María está “muy ocupada”).

## BIBLIOGRAFÍA

- ABBOTT, A. 2002. Proteomics: The society of proteins. *Nature*, 417:894-896.
- ARENSBURG, B. y TILLIER, A. 1990. El lenguaje del hombre de Neandertal. *Mundo Científico*, Nº 107: 1144-1146.
- ARSUAGA, J. L. 1999. El collar del neandertal. En busca de los primeros pensadores. *Temas de hoy*. Madrid.
- ARSUAGA, J. L. 2001. El enigma de la esfinge. Las causas, el curso y el propósito de la evolución. Plaza Janés. Barcelona.
- ARSUAGA, J. L. 2002. [www.5dias.com/especiales/suplementos/directivos/20020412/30arsuaga.htm](http://www.5dias.com/especiales/suplementos/directivos/20020412/30arsuaga.htm)
- ASFAW, B. et al., 1992. The earliest Acheulean from Konso-Gardula. *Nature*, 360: 732-735.
- ATAPUERCA (Página web): <http://www.ucm.es/info/paleo/ata/portada.htm>
- AYALA, F. J. 1999. La teoría de la evolución. De Darwin a los últimos avances de la genética. *Temas de hoy*. Madrid.
- BAHN, P. G. 1998. Archaeology: Neanderthals emancipated. *Nature*, 394: 719-721.
- BALTER, M. y GIBBONS, A. 2002. Were “Little People” the First to Venture Out of Africa? *Science*, 297: 26-27.
- BARRIEL, V. 1995. Mitos y realidades del enfoque genético. *Mundo Científico*, Nº 160: 724-729.
- BENTON, M. J. et al., 2000. Quality of the fossil record through time. *Nature*, 403: 535-537.
- BOYD, R. y SILK, J. B. 2001. Cómo evolucionaron los humanos. Ariel Ciencia. Barcelona.
- BROMHAN, L. 2002. The human zoo: endogenous retroviruses in the human genome. *Trends in Ecology & Evolution*. Vol. 17 Nº 2: 91-97.
- BRUNET, M. Et al., 2002. A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa. *Nature*, 418: 152-155.
- CAAN, R. L. 2002. Human evolution: Tangled genetic routes. *Nature*, 416: 32-33.
- DARWIN, Ch. R., 1859. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. Versión española: *El Origen de las Especies*. Akal. Madrid. 1998.
- DARWIN, Ch. R., 1871. *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*. Versión española: *El Origen del Hombre*. Ediciones Petronio. Barcelona. 1973.

- DARWIN, Ch. R. 1876. Autobiografía. Alianza Editorial. Madrid.
- CLARKE, T. 2001. Early modern humans won hand over fist. Nature science update. 6 Feb.
- CLARKE, T. 2002. Skull thwarts species-splitters. Nature science update. 20 March.
- CELA CONDE, C y AYALA, F. J. 2001. Senderos de la evolución humana. Alianza Ensayo. Madrid.
- DELOISON, Y. 1996. El pié de los primeros homínidos. Mundo Científico. Nº 164, 20-23.
- DNIG, D. y LIPSHITZ, H. D. 1994. Spatially regulated expresión of retrovirus-like transposons during *Drosophila melanogaster* embryogenesis. Genet. Research, 64:3
- EPISCOPOU, V. Et al., 2001. Induction of the mammalian node requires Arkadia function in the extraembryonic lineages. Nature, 410: 825-830.
- ELDREDGE, N. y GOULD, S. J. 1972. Models in Paleobiology. T. J. M. Schopf (ed.) W. M. Freeman. New York.
- ERICKSON, J. 1991. Las edades del hielo. McGraw-Hill. Madrid.
- FERNÁNDEZ, J. 1983. Prólogo al "Origen de las especies" Akal. Madrid.
- FOOTE, M. y SEPKOSKI, J. J. 1999. Absolute measures of the completeness of the fósil record. Nature, 398: 415-417.
- GALERA, A. 2002. Modelos evolutivos predarwinistas. Arbor, Nº 677: 1-16.
- GARCÍA BELLIDO, A. 1999. Los genes del Cámbrico. Rev. R. Acad. Cienc. Exact. Fis. Nat. (Esp.). Vol. 93 Nº 4: 511-528.
- GAVIN, A. C. Et al., 2002. Functional organization of the yeast proteome by systematic analysis of protein complexes. Nature, 415: 141-147.
- GEE, H. 2000. Of Goethe, genomes and how babies are made. Nature science update. 10 Feb.
- GEE, H. 2000. Neanderthal DNA confirms distinct history. Nature science update. 29 March.
- GOULD, S. J. 1985. La sonrisa del flamenco. H. Blume Editores. Madrid
- GU, X. et al., 2002. Age distribution of human gene families shows significant roles of both large and small scale duplications in vertebrate evolution. Nature Genetics, Vol. 31 Nº 2: 205-209.
- GUNTER, C. y DHAND, R. 2002. Human Biology by Proxy. Nature, 420, 509.
- HEMLEBEN, J. 1971. Darwin. Alianza Editorial. Madrid.
- HERBERT, A. y RICH, A. 1999. RNA processing and the evolution of eukaryotes. Nature Genetics Vol. 21: 265-269.
- ISAAC, G. Ll. (ed); ISAAC, B. (ed.). 1997. Koobi Fora Research Project: Plio-Pleistocene Archaeology (Vol. 5). Clarendon Press. Harvard.
- KEMP, T. S. 1999. Fossils and Evolution. Oxford University Press.
- KERR, R. A. 1995. Did Darwin get it All Right? Science, 267: 1421.
- KING, M. C. Y MOTULSKY, A. G. 2002. Human genetics: Mapping Human History. Science, 298: 2342-2343.
- KNIGHT, J. 2002. Physics meets biology: Bridging the culture gap. Nature, 419: 244-246.
- KONDO, T., et al., 1997. On fingers, toes and penises. Nature, 390: 29.
- LOVEJOY, C. O. 1981. The Origin of Man. Science, 211; 341-350.
- MARTINEZ-NAVARRO, B. ET AL., 1997. Fuente Nueva-3 (Orce, Granada, Spain) and the first

- human occupation of Europe. *Journal of Human Evolution*, 33: 611-620.
- McLYSAGTH, A. Et al., 2002. Extensive genomic duplication during early chordate evolution. *Nature Genetics*, Vol 31 N° 2: 200-204.
- MELLARS, P. 1998. The fate of Neanderthals. *Nature*, 395: 539-540.
- MICHOR, F. y NOWAK, M. A. 2002. Evolution: The good, the bad and the lonely. *Nature*, 419: 677-679.
- MORENO, M. 2002. Botánica y evolución. *Arbor*, N° 677: 59-99.
- MORATA, G. 1999. Biología molecular, desarrollo y evolución del Reino Animal. Origen y Evolución. Fundación Marcelino Botín. Santander.
- MORWOOD, M. J. 1998. Fission-track ages of stone tools and fossils on the east Indonesian island of Flores. *Nature*, 392: 173-176.
- PATIENCE, C. et al., 1997. Our retroviral heritage. *Trends Genet.*, 13: 116-120.
- PENNISI, E. 2002. Jumbled DNA Separate Chimps and Humans. *Science*, 298: 719-721.
- RAYNER, R. J. y MASTERS, J. C. 1994. ¿Era el jardín del edén un bosque? *Mundo Científico*. N° 142: 62-63.
- RICHMOND, B. G. y STRAIT, D. S. 2000. Evidence that human evolved from a knuckle-walking ancestor. *Nature*, 404: 382.
- ROBBINS, L. M. 1987. Hominid footprints from Site G. En M. D. Leakey y J. M. Harris (eds.), *Laetoli, a Pliocene Site in Northern Tanzania*. Oxford. Clarendon Press. Pp. 174-178.
- RODRÍGUEZ-TRELLES, F. et al., 2001. Erratic overdispersion of three molecular clocks: GPDH, SOD and XDH. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Vol 98, 20: 11405-11410.
- RONSHAUGEN, M. et al., 2002. Hox protein mutation and macroevolution of the insect body plan. *Nature*. Advance online publication. 6 Feb.
- ROSAS, A. y AGUIRRE, E. 1999. Restos humanos Neandertales de la Cueva del Sidrón, Piloña, Asturias. Nota preliminar. *Est. Geol.*, 55: 181-190.
- SANDÍN, M. 2000. Sobre una redundancia: El darwinismo social. *Asclepio*. Vol. LII, 2: 27-50.
- SANDÍN, M. 2002. Hacia una nueva Biología. *Arbor* N° 677: 167-218.
- SCHMID, P. 1983. Eine Rekonstruktion des Skelettes von A. L 288-1 (Hadar) und deren Konsequenzen. *Folia primatol*, 40 : 283-306.
- SCHULTE A. M. et al., 1996. Human trophoblast and choriocarcinoma expression of the growth factor pleiotrophin attributable to germline insertion of an endogenous retrovirus. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Vol 93: 14759-14764.
- STERN, J. T. y SUSMAN, R. L. 1991. Total Morphological Pattern versus the “Magic Trait”. Y. Coppens y B. Senut (eds.), *Origine(s) de la bipédie chez les hominidés*. Editions du CNRS, pp. 99-111. Paris.
- STRATHERN, P. 1999. Darwin y la Evolución. Siglo XXI de España Editores. Madrid.
- TATTERSALL, I. 2000. Homínidos contemporáneos. *Investigación y Ciencia*. N° 282: 14-20.
- TEMPLETON, A. R. 2002. Out of Africa again and again. *Nature*, 416: 45-51.
- THE GENOME SEQUENCING CONSORTIUM 2001. Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature*, 409: 860-921.
- THE PEEL WEB. <http://dspace.dial.pipex.com/town/terrace/adw03/peel/malthus.htm>

- THORNE, A. G. y WOLPOFF, M. H. 1992. Evolución multirregional de los humanos. *Investigación y Ciencia*. N° 189: 14-20.
- THUILLIER, P. 1990. De Arquímedes a Einstein. Las caras ocultas de la investigación científica. Alianza Editorial. Madrid.
- TILLIER, A. 2000. ¿Frente a frente o al lado? *Mundo Científico*. N° 218:52-55.
- TUTTLE, R. H. ET AL., 1990. Further Progress on the Laetoli Trails. *J. Archaeol. Sci.*, 17: 347-362.
- UNDERHILL, P. Et al., 2000. Y chromosome sequence and the history of human populations. *Nature Genetics*, 26: 358-361.
- VERHAEGEN, M. J. B. 1994. Australopithecines: Ancestors of the African Apes? *Human Evolution*, 9: 121-139.
- VRBA, E. S. 1999. Habitat theory in relation to the evolution in African Neogene biota and hominids. En T. G. Bromage and F. Schrenk (eds.), *African Biogeography, Climate Change and Early Hominids Evolution*. Pp. 19-34. Oxford University Press.
- WILLIAMSON, P. G. 1983. Speciation in molluscs from Turkana Basin. *Nature*, 302: 659-663.
- WILSON, A. C. y CANN, R. L. 1992. Origen africano reciente de los humanos. *Investigación y Ciencia*. N° 189: 8-13.
- WOLPOFF, M. H. Et al., 2002. *Sahelanthropus* or *Sahelpithecus* ? *Nature*, 419 : 581-582.
- YOUNG, R. M. 1973. The historiographic and ideological contexts of the nineteenth century debate on man's place in nature. En: *Changing perspectives in the history of Science*. Ed. M. Teich y R. M. Young. Reidel, Boston.

# HACIA UNA NUEVA BIOLOGÍA

**Máximo Sandín**

**Universidad Autónoma**

**Facultad de Biología**

**ARBOR CLXXII, 677(Mayo), 167-218 pp**

*"La victoria del darwinismo ha sido tan completa que es un shock darse cuenta de cuan vacía es realmente la visión darwiniana de la vida".*

Esta rotunda frase no parece significar sólo la manifestación de una opinión personal. Pertenece a un editorial publicado en *Nature* y firmado por Henry Gee, uno de sus comentaristas sobre evolución. El motivo de que una revista científica de las más prestigiosas (que se pueden considerar como las mantenedoras de la ortodoxia), haga suyo ese comentario es que las investigaciones más recientes (especialmente en el campo de la embriogénesis) han revelado unos fenómenos que han puesto de manifiesto su absoluta incompatibilidad con la teoría darwinista de la evolución. Las consecuencias de esto son obvias, y las precisa otro editorialista de *Nature*, Philip Ball, en un comentario sobre la secuenciación del Genoma humano: *"Los biólogos van a tener que construir una nueva Biología"*. Tenemos por delante un duro y largo trabajo científico por realizar, pero también tenemos una tarea previa: depurar la biología de la, tan arraigada, terminología darwinista, cargada de conceptos y prejuicios deformadores de los fenómenos biológicos.

--



## INTRODUCCIÓN

El término “Teoría” se define en los diccionarios con dos acepciones:

- a.- *“Conjunto de leyes y reglas sistemáticamente organizadas, que son la base de una ciencia y sirven para relacionar y explicar un determinado orden de fenómenos”.*
- b.- *“Conocimiento especulativo considerado con independencia de toda aplicación”.*

Si tenemos en cuenta que estamos comenzando lo que se ha dado en llamar “El siglo de la Biología”, durante el cual las aplicaciones de los nuevos descubrimientos van a ser crecientes, cabe preguntarse a qué categoría pertenece la teoría que constituye la base de la Biología: “La teoría de la evolución”. Un trabajo difícil porque, cada vez más, parece significar distintas cosas para distintas disciplinas biológicas. Se puede asumir, no obstante, que es el neodarwinismo, surgido de la “Teoría Sintética Moderna”, la base científica aceptada por la inmensa mayoría de la comunidad científica, pero también difícil de concretar, porque ésta nunca estuvo claramente formulada. Por tanto, para precisar cuáles son sus bases teóricas actuales habremos de recurrir a dos textos científicos recientes. El primero, *“Cómo evolucionaron los humanos”* (Boyd y Silk, 01), nos explica la evolución en éstos términos: (Pág. 75) *“Cuando se combinaron las teorías de Wright, Fisher y Haldane con la teoría de Darwin sobre la selección natural, y con estudios modernos de campo de biólogos como Theodosius Dobzhansky, Ernst Mayr y George Gaylord Simpson, surgió una explicación muy poderosa sobre la evolución orgánica. El grueso de esa teoría y la evidencia empírica que la soporta se llama actualmente la Síntesis moderna.*

Continuamente los caracteres que varían están afectados por genes de muchos loci, teniendo cada locus sólo un efecto muy pequeño en el fenotipo. Para ver cómo funciona la teoría de Wright, Fisher y Haldane empecemos por un caso irreal pero instructivo. Supongamos un carácter medible, que varía de forma continua, tal como la altura del pico, y supongamos dos alelos + y - , que operan en un único locus genético para el control del carácter. Asumiremos que el gen de este locus influencia la producción de una hormona que estimula el crecimiento del pico, y que cada alelo conduce a la producción de una cantidad diferente de la hormona del crecimiento. Digamos que cada “dosis” del alelo + incrementa el crecimiento del pico, mientras que cada dosis de - lo reduce. De esta forma los individuos ++ tienen los picos más altos, los individuos - - tienen los más bajos, y los + - tienen picos intermedios. Además, supongamos (los resaltados son míos) que la frecuencia del alelo + en la población es 0,5. Ahora usemos la regla de Hardy-Weimberg (ecuación 3) para calcular las frecuencias de diferentes alturas de picos en la población. Un cuarto de la población tendrá picos altos (++) la mitad tendrá picos intermedios (+ -), y el cuarto restante tendrá picos bajos (- -)”. Mas adelante, complican el modelo con la intervención de más loci y con una abundante exposición de gráficos con distintas distribuciones de grosores de picos, lo que hace suponer que los autores están convencidos de que las diferencias de grosor en los picos de los pinzones son un ejemplo de la evolución de los organismos, para finalizar sorprendiéndonos con el siguiente texto: “La variación ambiental influye en la distribución de alturas de pico. De nuevo hay tres loci afectando a la altura de los picos, como se muestra en la figura 3.6. Sin embargo, ahora asumimos que las condiciones ambientales hace (sic) que individuos con el mismo genotipo desarrollen picos de diferentes alturas”.

Sorprendentemente, el epígrafe bajo el que se sitúa este texto afirma: *“La visión de Darwin sobre la selección natural se puede incorporar fácilmente a la visión genética de que la evolución se produce típicamente a partir de cambios en las frecuencias génicas”.*

Pero, para que existan estas diferencias en las frecuencias génicas es necesaria una fuente de variación, que F. J. Ayala en su libro *“La teoría de la evolución”* (99), explica así (Pág. 69): *“¿Qué procesos pueden explicar la impresionante variación genética que existe en cada especie y la enorme diversidad de especies?. Entre tales procesos ha de haber alguno por medio del cual la composición del ADN de un organismo cambie; es decir, un proceso que produzca nuevos alelos, o variantes genéticas, que puedan entonces incorporarse al acervo genético de la especie. El proceso por el que se originan nuevas variantes hereditarias se conoce con el nombre genético de mutación”*.

Estas mutaciones, son definidas por el autor como *“errores ocasionales”* en la replicación del ADN, y *“pueden tener un rango de consecuencias desde inapreciable a letal. Sin embargo, en ocasiones una nueva mutación puede incrementar la adaptación del organismo”*. Y, a continuación, expone en un cuadro (Pág. 76) una serie de mutaciones conocidas y el *“carácter”* que producen, a saber: En el hombre, Corea de Huntington, ausencia de iris, tumor en la retina, Hemofilia A, acodroplasia y tumor de tejido nervioso. En *Drosophila*, ojos blancos, cuerpo amarillo y variantes electroforéticas. En maíz, semillas purpúreas o arrugadas...

Estas *“fuentes de variación”*, naturalmente individuales y al azar se complementan mas adelante con ocasionales *“mutaciones cromosómicas”* como deleciones, inversiones duplicaciones y translocaciones que, simplemente, *“ocurren”* en el ADN, y que también son frecuentemente letales.

Sin embargo, en el caso de que una de estas desorganizaciones *“incrementa la adaptación del organismo”*, intenvendría la selección natural para hacerla mayoritaria en la población. En concreto, la selección que es el motor de los cambios evolutivos, la *”Selección direccional”*: *“La distribución de fenotipos en una población cambia a veces de forma sistemática en una dirección particular. Los componentes físicos y biológicos del ambiente están cambiando continuamente, y los cambios pueden ser importantes cuando persisten durante largos períodos de tiempo”*.

Seguidamente, expone dos ejemplos, que ya son verdaderos *“clásicos”* en los libros de texto, sobre la *“evolución”* por selección direccional, como la resistencia de los insectos a los pesticidas, que explica textualmente así: *“Esto ocurre porque los organismos evolucionan haciéndose resistentes a los pesticidas gracias a la selección direccional”* (Pág. 120), y el *“melanismo industrial”* en la famosa *Biston betularia*, cuya frecuencia de alas de color oscuro aumentó con el ennegrecimiento de las fachadas y los árboles consecuencia de la contaminación ambiental durante el siglo XIX, al ser menos visibles por los pájaros depredadores. *“No obstante a partir de 1960 las leyes inglesas redujeron bastante el uso del carbón en ciertas industrias con el propósito de reducir o eliminar por completo el hollín producido. Como consecuencia se redujo el ennegrecimiento de la vegetación circundante y las polillas moteadas empezaron a aumentar en frecuencia de forma gradual, de manera que en la actualidad han reemplazado de nuevo a las negras en muchas regiones.”* Es decir, la *“evolución”* por selección direccional puede ser reversible. De todos modos existe otro tipo de selección que lo que elimina son los fenotipos *“extremos”*:

*“La selección estabilizadora es muy común. Con frecuencia, los individuos que sobreviven y se reproducen con más éxito son los que presentan los valores fenotípicos intermedios”* (es decir, los individuos normales). *“Los efectos de la selección estabilizadora interfieren a veces con los de la artificial”*. Los ejemplos son la selección de gallinas que pongan los huevos más gordos, o las vacas que dan más leche, gracias a la selección dirigida por el ganadero: *“si ésta se suspende la selección natural toma su curso y provoca el retorno gradual de los caracteres a los valores intermedios originales”* (porque eso es lo que *“hace”* la Naturaleza, exactamente lo contrario de lo que hacen los ganaderos en los que se basó Darwin: poner las cosas en su sitio).

Este tipo de argumentos son los que conforman la base de la teoría que pretende explicar los grandes cambios de organización biológica que se han producido a lo largo de la evolución: las

“asunciones” y “suposiciones” sobre la variación de las frecuencias de unos, también supuestos, alelos responsables directos de la variedad fenotípica dentro de una población, los errores de duplicación del ADN como creadores de caracteres “beneficiosos”, y la eliminación de las variaciones no adecuadas por la selección natural que, “en muchas ocasiones” favorece a los individuos normales. El hecho de que los insectos resistentes a los pesticidas, los picos más o menos gruesos de los pinzones, o las mariposas que sobreviven a los depredadores ya existían antes de la supuesta actuación de la selección natural, y que sigan siendo los mismos insectos, los mismos pinzones y las mismas mariposas, no parece ser óbice para afirmar que “han evolucionado”. Y así, a pesar de la evidente falta de coherencia lógica entre el proceso y el resultado, la fe en la capacidad creadora de la selección natural permite afirmar que: *“la selección natural explica por qué los pájaros tienen alas y los peces agallas, y por qué el ojo está específicamente diseñado para ver y la mano para coger”*, (Ayala, 99), lo que equivale a afirmar que el verdadero responsable de las diferencias de características y propiedades de un avión o un automóvil es el señor que elimina los que han salido defectuosos de fábrica. En definitiva, el estado actual de la Teoría de la evolución, la situaría en la segunda acepción del diccionario, es decir, no susceptible de aplicación.

No obstante, a pesar de que la *“extremadamente simple, al tiempo que poderosa”* (Ayala,99) explicación de la selección natural continúa figurando en los libros de texto y la mayoría de las publicaciones científicas como responsable último capaz de crear desde los organismos voladores hasta los ecosistemas, desde las “primeras moléculas autorreplicantes” hasta los sistemas bioquímicos, la (efectivamente) simpleza de esta supuesta explicación está llevando a un número creciente de científicos muy cualificados de distintos campos a plantear la necesidad de elaborar una nueva teoría, verdaderamente científica “capaz de relacionar y explicar” los fenómenos biológicos.

El paleontólogo Niles Eldredge, en su libro *“Síntesis inacabada”*(97) concluye: *“... la evolución es probablemente un asunto mas complejo de lo que la teoría sintética nos ha hecho creer”*. Una complejidad que según Michael J. Behe(99), en su libro *“La caja negra de Darwin: El reto de la bioquímica al darwinismo”* es incompatible con los “mecanismos” darwinistas de evolución: *“¿Qué tipo de sistema biológico no pudo formarse mediante numerosas y leves modificaciones sucesivas?. Ante todo, un sistema que es irreductiblemente complejo. Con esta expresión me refiero a un solo sistema compuesto por varias piezas armónicas e interactuantes que contribuyen a la función básica, en el cual la eliminación de cualquiera de estas piezas impide al sistema funcionar”*. Pero problemas como este no entran en los cálculos de la genética de poblaciones: *“La cuestión de las verdaderas causas de la morfogénesis y la evolución nunca ha sido resuelta por la teoría evolutiva predominante con su énfasis puesto exclusivamente en los genes”*(Wan Ho, 01). Y sin embargo:

*”Los genes que son obviamente variables dentro de las poblaciones naturales no parecen estar en la base de muchos cambios adaptativos importantes, mientras que los que, aparentemente, constituyen el fundamento de muchos o la mayoría de los cambios adaptativos, aparentemente no son variables dentro de las poblaciones naturales”*(McDonald,83).

Para resumir estos cuestionamientos recurriremos al genetista evolutivo George Miklos (93): *¿Qué predice, pues, esta teoría abarcadora de la evolución?. Dado un puñado de postulados, tales como las mutaciones aleatorias y los coeficientes de selección, predice cambios en frecuencias génicas a través del tiempo. ¿Es esto lo que debe ser una gran teoría de la evolución?*

Incluso las matemáticas, base de la “evolución” por cambios de frecuencias génicas dentro de una población, se resisten a darle la razón a la teoría sintética. Hace tiempo (Schutremberger, 67), que los matemáticos han manifestado que no ha habido tiempo suficiente en la historia de la Tierra para que “un ojo” se formara mediante mutaciones individuales y al azar. Si extendemos los cálculos al resto de los sistemas biológicos, la conclusión es obvia.

Ante estos argumentos científicos, resulta sorprendente el mantenimiento, incluso el auge, de la concepción darwiniana de la Naturaleza, y especialmente la consideración de la selección natural como una especie de “Deus ex machina” capaz de generar la enorme complejidad de los fenómenos biológicos, cuando los argumentos y los cálculos para explicarla, incluso basados en unas asunciones y suposiciones sobre una base mendeliana apoyada en caracteres superficiales, ya ampliamente superadas por los datos reales, todo lo que puedan explicar es que unos individuos ya existentes sobrevivan mejor o peor en un ambiente concreto.

Pero esta contradicción entre unos datos del Siglo XXI y una base teórica del Siglo XIX parece haber tocado fondo. A raíz de la publicación del informe sobre la secuenciación (parcial) del Genoma humano, P. Ball(01), editorialista de Nature, considerada una de las revistas científicas mas prestigiosas y, por tanto, de algún modo “guardianes de la ortodoxia”, escribió: *“La Biología carece de un marco teórico para describir este tipo de situación.../...los biólogos van a tener que construir una nueva biología. Desde que en los años sesenta se descifró el código genético, la biología molecular ha sido una ciencia cualitativa, dedicada a investigar y clasificar las moléculas de la célula como los zoólogos victorianos catalogaban las especies. El genoma humano marca la culminación de ese esfuerzo. Ahora se necesitan modelos y teorías que ayuden a lograr que la inmensa fortuna de datos que se han amasado cobre sentido”*(El subrayado es mío).

La afirmación que la Biología “carece de marco teórico” puede ser considerada una apreciación personal, si bien sorprendente en un editorial de tan influyente y ortodoxa revista, pero parece que algo está cambiando, porque no es un fenómeno ocasional. Otro prestigioso editorialista de la misma revista, Henry Gee (00), ya había planteado mas explícitamente aún la situación: *“ La cuestión del origen de las especies debe tener que ver, fundamentalmente, con la evolución de programas embrionarios.../ .../..Usted puede buscar a Darwin para una respuesta pero buscará en vano. Darwin estudió leves variaciones en características externas, sugiriendo cómo esas variaciones pueden ser favorecidas por circunstancias externas, y extrapoló el proceso al árbol completo de la vida. Pero, seguramente, hay cuestiones mas profundas para preguntarse que por qué las polillas tienen alas mas negras o mas blancas, o por qué las orquídeas tienen pétalos de esta u otra forma. ¿Por qué las polillas tienen alas y por qué las orquídeas tienen pétalos?.¿Qué creó esas estructuras por primera vez?.*

***La victoria del Darwinismo ha sido tan completa que es un shock darse cuenta de cuan vacía es realmente la visión Darwiniana de la vida”.*** (El subrayado es mío).

Aunque quizás ésta se pueda considerar una interpretación discutible, parece que se ha dado “oficialmente” el pistoletazo de salida. Una especie de permiso para plantear alternativas. Y de hecho, la reacción no se ha hecho esperar con afirmaciones del tipo “Era evidente que la teoría darwinista era insuficiente” pero que en el fondo parecen apuntar, no a un verdadero cambio de perspectiva, sino a un mantenimiento del darwinismo por la vía de la “ampliación” (Adami et al., 00) porque dado su carácter de narración de sucesos aleatorios es capaz de asimilar cualquier tipo de fenómeno por contradictorio que sea con la visión tradicional porque, en última instancia, si un individuo sobrevive es porque "ha actuado" la selección natural.

Un problema típico de los “conversos” es que creen estar practicando el nuevo credo, pero, en realidad, no pueden desprenderse de los dogmas, tan asumidos, del anterior. El resultado puede ser una especie de “sincretismo” que, si bien es muy enriquecedor en su aspecto cultural, sería muy negativo en el aspecto científico porque puede contribuir al aumento de la confusión. Porque la actitud, aparentemente ecuánime y razonable de “conciliar posturas” es justamente la antítesis de la práctica científica que es, por definición, radical en el sentido de ir a las raíces de los fenómenos estudiados. Por eso, tal vez sea conveniente poner en limpio los datos, depurar lo que son hechos de las interpretaciones y, entre éstas, muy especialmente el vocabulario de la Biología actual que, bajo

la consideración de terminología científica, lo que en realidad oculta es un contenido y un significado cargado de prejuicios deformadores de los fenómenos naturales. Porque el problema real no es que el darwinismo sea “una visión vacía de la vida”, sino una visión deformada que convierte hechos ocasionales, incluso intrascendentes en fundamentales.

## LAS METÁFORAS COMO EXPLICACIÓN CIENTÍFICA

El darwinismo surgió como una metáfora de la visión victoriana del mundo en un período de grandes desigualdades sociales y mundiales consecuencia de la revolución industrial y la expansión colonial británica (Sandín,00). La proyección sobre la Naturaleza de las doctrinas económicas y sociales de Malthus y su “*lucha por la vida*” y Spencer con “*la supervivencia del mas apto*”, que Darwin reconoce como base de su teoría, es difícilmente cuestionable. Es, en palabras de Bertrand Rusell(35): “*Una extensión al mundo animal y vegetal de la economía del laissez faire*”. En cuanto al carácter científico de la, aparentemente inamovible selección natural, también hace tiempo que se le ha situado en sus justos términos: G. Bernard Shaw, en su magnífico prólogo de “*Vuelta a Matusalén*” (58), una acerva crítica al darwinismo cargada de sensibilidad y lucidez, escribe sobre el éxito popular de este concepto: “*La razón fue, creo yo, que la Selección Circunstancial (como él la denominó) es mas fácil de entender, mas visible y concreta que la evolución lamarckiana /.../ Apenas hay en ninguna casa de campo inglesa un peón que no haya llevado una lechigada de gatitos o perritos al balde para ahogarlos a todos menos al que le parece el mas prometedor /.../ Ese fue el secreto de la popularidad de Darwin. Nunca dejó perplejo a nadie /.../ Pero nunca penetró debajo de los hechos ni se elevó por encima de ellos más de lo que lo pudiera conseguir un hombre corriente*”.

Sin embargo, y tal vez por esa “sencillez “ de visualización, la selección natural ha llegado a convertirse en una cuestión de fe, acompañada de conceptos igualmente “evidentes” aunque tampoco tengan nada que ver con la evolución, pero también cargados de significados y valores culturales, pero más concretamente de un determinado sector social, porque, como hemos comprobado, no son compartidos por todos los miembros de la misma cultura. Y este fenómeno es detectable en muchos de los conceptos centrales del darwinismo. Los términos *the fittest* o *selfish*, por ejemplo, tienen en la cultura anglosajona un significado y unas connotaciones bastante diferentes de las que tienen en castellano sus inexactas traducciones *mas apto* y *egoísta*, que son usadas como conceptos científicos. Por eso va a resultar difícil desterrar estos términos del vocabulario biológico, ya que no sólo son parte constituyente del entramado conceptual de la “Biología moderna” sino que son permanentemente, incluso crecientemente reforzados por el modelo económico y social del que esta base conceptual nació. Nadie puede negar que en la Naturaleza existe la competencia, y aunque el hipotético “vencedor” en un ritual de apareamiento, o el supuesto “mejor cazador” siga siendo el mismo ciervo o la misma águila, con los mismos genes que determinan el desarrollo embrionario que hace posible su condición de ciervo o águila, es indiscutible que esa condición se adquirió “por competición”.

Y por si nuestro entorno laboral o social no fuera suficiente para convencernos de que el progreso (o la simple supervivencia) se consigue por competición, los más prestigiosos científicos darwinistas se encargan de explicar al público las parábolas del libre mercado y la libre competencia en términos biológicos: “*En realidad, sólo existe una entidad cuya perspectiva importa en la evolución. En los cuerpos juveniles los genes serán seleccionados por su habilidad en ser más astutos que los cuerpos de sus padres; en los cuerpos de los padres los genes serán seleccionados por su habilidad en superar en astucia a los jóvenes.... los genes son seleccionados por su habilidad en sacar el mejor provecho posible de las palancas de poder que se encuentran a su disposición: deberán explotar sus oportunidades prácticas*” (R. Dawkins, *El gen egoísta*

1993). Más concretamente: *“Por decirlo en pocas palabras, se compite todo el tiempo y con todo el mundo, incluso con los miembros de la misma especie, del mismo sexo y hasta de la misma camada.”* (J.L. Arsuaga, *Olimpiadas diarias de los animales*, en el diario El País, 1999)

Desde luego, no puede decirse que esta concepción de la vida resulte escandalizante en la actualidad para el ciudadano occidental. Es más, se la puede considerar la argumentación básica del llamado “pensamiento único”. Sin embargo, en otras culturas, en otras épocas o para otras sensibilidades puede resultar una visión patológica de la realidad: *“Los maestros calumnian a la Naturaleza: La injusticia, dicen, es Ley Natural.... Por Ley Natural, comprueban Richard Herrnstein y Charles Murray, los negros están en los más bajos peldaños de la escala social. Para explicar el éxito de sus negocios, John D. Rockefeller solía decir que la Naturaleza recompensa a los más aptos y castiga a los inútiles; y más de un siglo después, muchos dueños del Mundo siguen creyendo que Charles Darwin escribió sus obras para anunciarles la gloria.”* (Eduardo Galeano, *“Escuela del Mundo al revés”* 1998).

Pero la sublimación de la competencia en los argumentos darwinistas ha llegado a ser tal, que se llega a olvidar la evolución: *“Según la hipótesis de la Reina Roja de Van Valen, el ambiente cambia constantemente aunque no se modifique el medio físico, porque la competición entre especies hace que todas tengan que “correr todo lo que puedan para estar en el mismo sitio”. Ello se debe a que la suma de las eficacias darwinianas de las especies que interaccionan en una misma biota en un momento dado es una cantidad constante; en consecuencia, si la aptitud biológica (la “fitness”) de una especie aumenta, todas las demás experimentarán una cierta reducción en su aptitud y tendrán que evolucionar para recuperar su aptitud perdida y no extinguirse. Se pueden encontrar muchos ejemplos en los diferentes órdenes de mamíferos para ilustrar la hipótesis de la Reina Roja. Si una especie de ungulado se hace más rápida todas las demás recibirán mayor presión por parte de los depredadores. Y si un depredador se hace más rápido todos los demás corren el peligro de quedarse sin presas. De esta manera la evolución no se detiene jamás, aunque el medio físico permanezca estable (clima, relieve, etc.).”* (Arsuaga, 2001). De lo que cabe deducir que evolucionar es correr más rápido, aunque en palabras de B.Shaw: *“... ninguna pulga será tan necia como para predicar que el Hombre, al matar pulgas, aplica un método de Selección Natural que acabará por producir una pulga tan veloz que no habrá hombre capaz de atraparla”*.

Pero “así es la Naturaleza”: *“La hipótesis de la Reina Roja de Van Valen trasladada al campo de la Biología, como dice Agustí, la maldición de Sartre de que “el infierno son los otros”; sólo que en este caso el infierno serían, más concretamente, los hermanos, es decir, las especies emparentadas que interaccionan en la misma zona ecológica”*. (Arsuaga, 01)

En este “infierno”, cualquier acto de cooperación y solidaridad sólo puede estar guiado por el propio interés. En el caso de ayudar a los individuos emparentados, el motivo neodarwinista está claro: es la “selección familiar”, es decir, *“ayudas a mantener tus propios genes”*, pero entre los individuos no consanguíneos, cuando un individuo arriesga su vida con una llamada de alarma para que otros escapen, o avisa de la existencia de alimento, o escenifica un combate “ritualizado” para evitar daños *“el problema es mucho más complejo y plantea un verdadero reto al neodarwinismo, porque la selección familiar no se puede aplicar cuando los contendientes no están muy relacionados genéticamente... Pero John Maynard Smith ha ofrecido una explicación que se basa en la teoría matemática de juegos, desarrollada por Jonh von Neumann y Oskar Morgenstern en los años cuarenta, y que saca al neodarwinismo del aprieto. Un conocido ejemplo es el llamado “dilema del prisionero”, creado por el matemático Albert W. Tucker: Dos acusados de haber cometido un robo juntos, son aislados en celdas separadas y obligados a confesar sin que uno sepa lo que hace el otro...”* Tras una descripción sobre las penas correspondientes según confiese uno solo o los dos, la conclusión es: *“Paradójicamente, si cooperan los dos ladrones, (y ninguno confiesa), les va mejor que si los dos confiesan, (y no cooperan entre sí)”*. Posteriormente la metáfora se refuerza con el ejemplo de cómo las compañías petrolíferas subieron los precios, un poco, independientemente (?) y *“el beneficio es menor a corto plazo, pero más estable a la larga”*, (pag. 225) para finalizar con la siguiente conclusión: *“La cooperación puede, como se ha visto,*

*resultar rentable aunque los individuos no sean por naturaleza altruistas”* (Arsuaga, 2001). Sería demasiado extenso el relato de las alegorías que surgen continuamente para tapar las grietas de “la” teoría de la evolución: fusiones bancarias, bacterias esclavas, la barba verde, el borracho y el muro... Pero ésta es la lógica “evolución” del darwinismo: comenzó como una parábola y acabará como una recopilación de cuentos populares.

Aunque para personas relacionadas con otras disciplinas puede resultar extraño, estos son argumentos científicos que se pueden encontrar en textos y prestigiosas revistas como fundamento teórico de la biología actual, pero son imprescindibles para mantener, contra las evidencias, el darwinismo como explicación de la naturaleza y son consideradas explicaciones "científicas". A este respecto, M. Behe (99) ha escrito: “ *Si se realizara una encuesta entre los científicos del mundo, la gran mayoría respondería que cree en la verdad del darwinismo. Pero los científicos, como todos los demás, basan la mayoría de sus opiniones en lo que dicen otras personas. Entre la gran mayoría de los que aceptan el darwinismo, muchos, (aunque no todos) lo hacen basados en el argumento de autoridad. Y, lamentablemente, la comunidad científica ha desdeñado muchas críticas por miedo a nutrir el arsenal de los creacionistas. Es irónico que se hayan desechado perspicaces críticas científicas de la selección natural en nombre de la protección de la ciencia*”. Y esta protección de “la ciencia” desde la confortable sensación que seguramente debe producir el sentirse apoyado por la doctrina dominante, permite una descalificación, con todos los tintes de un anatema, de las opiniones no sometidas a los criterios oficiales. Así, el prestigioso filósofo e Historiador de “la” biología evolutiva (del darwinismo, para ser exactos) Michael Ruse, en su libro “*El misterio de los misterios: ¿Es la evolución una construcción social?*” (2001), nos informa de que el libro “*Superstición superior, la izquierda académica y sus disputas con la ciencia*”, escrito por Dane R. Gross y Norman Lewitt, “*ofrece una explicación tan simple como categórica. La década de los sesenta fue la época de los hijos de las flores: sexo, drogas, misticismo oriental y, por encima de todo, un profundo aborrecimiento de la ciencia, considerada el motor esencial del complejo militar-industrial.... Los tiempos han cambiado, pero no el pensamiento de aquellos niños, que con el tiempo se han convertido en catedráticos y rectores de las facultades de humanidades y ciencias sociales. Ahora ellos y sus discípulos pueden dar rienda suelta a su oposición a la ciencia, una oposición basada en el prejuicio, el miedo y, sobre todo, en una absoluta ignorancia*”.

Pero no sólo se desautorizan las críticas en base a la “ignorancia” científica. Las opiniones discrepantes, que en ciencia son la fuente del enriquecedor debate intelectual, les resultan tan inconcebibles que provocan una “puritana” reacción de escándalo aunque provengan de científicos tan cualificados como Pierre Grassé, uno de los más grandes zoólogos europeos: “*El citado Pierre Grassé se manifestaba (¡en 1973!) en abierto desacuerdo con los principios seleccionistas y utilitaristas del darwinismo. Grassé afirmaba que las mutaciones al azar por errores de copia del ADN no explicaban la evolución, ya que sólo producían alelos nuevos, y no genes nuevos; además se proclamaba abiertamente lamarckista y afirmaba que la evolución es un fenómeno orientado*”(Arsuaga,01).

La palabra lamarckista no necesita más descalificación (ya saben, el cuello de la jirafa), pero éste es el resultado de un fenómeno insólito e inimaginable para cualquier otra disciplina: el enorme vacío sobre el que los biólogos cimentamos nuestra formación. La ausencia de información (cuando no deformación) sobre las ideas y aportaciones de los precursores de nuestra disciplina, no sólo de Lamarck, sino de la escuela evolucionista francesa, muchas de cuyas hipótesis, realmente científicas, están siendo reivindicadas por los descubrimientos más recientes. Una ocultación que debe de tener algún motivo, porque no puede ser sólo fruto de la ignorancia . Pero, desde luego, no es por descuido: En 1966, Simpson escribía en *Science*: “*Deseo insistir ahora en que todos los intentos efectuados para responder a este interrogante antes de 1859 carecen de valor, y en que*

*asumiremos una posición más correcta si ignoramos dichas respuestas por completo”.*

Y los darwinistas han cumplido perfectamente la orden. Así es como nos cuentan “la Buena Nueva”: “*Los organismos vivientes han existido sobre la Tierra, sin nunca saber por qué, durante más de tres mil millones de años, antes de que la verdad, al fin, fuese comprendida por uno de ellos. Por un hombre llamado Charles Darwin.*”(Richard Dawkins: “*El gen egoísta*”).

Si la Nueva Biología quiere recuperar su base científica, tendrá que liberarse de la “*visión vacía de la realidad*” que ha deformado las interpretaciones de los descubrimientos producidos en los últimos 150 años. Para ello, tal vez sea un buen punto de partida volver a 1871 con la crítica científica al darwinismo expuesta por el que los historiadores darwinistas denominan (seguramente sin ninguna intención oculta), “*el zoólogo católico (Strathern, 99) St. George Mivart*”: “*Lo que se puede alegar, se puede sintetizar de ésta manera: que la “selección natural” es incapaz de explicar las etapas incipientes de las estructuras útiles; que no armoniza con la coexistencia de estructuras muy similares de diverso origen; que hay fundamentos para pensar que las diferencias específicas se pueden desarrollar súbita y no gradualmente; que la opinión de que las especies tienen límites definidos, aunque muy diferentes para su variabilidad todavía es sostenible; que ciertas formas fósiles de transición todavía están ausentes, cuando cabría esperar que estuviesen presentes/ ... /que hay muchos fenómenos notables de las formas orgánicas sobre los cuales la “selección natural no arroja la menor luz”.* (Mivart, 1871).

## **NUEVOS DATOS, VIEJAS INTERPRETACIONES**

### **1.- *Sobre el origen gradual y al azar de la vida.***

Casi resulta una obviedad afirmar que el suceso crucial de la evolución de la vida es, precisamente, la aparición de la vida sobre la Tierra. Sin embargo este problema está muy lejos de ser resuelto desde la perspectiva “ortodoxa”. El intento de explicar la aparición de lo que entendemos por vida en unas condiciones de altísimas temperaturas en medio de una atmósfera altamente tóxica mediante la aparición gradual e independiente de las especialísimas, numerosas e interdependientes moléculas que conforman el más mínimo fenómeno de la vida, constituye un auténtico quebradero de cabeza, al menos, para los que intentan una explicación racional y basada en datos reales (es decir, existentes). Pero, quizás sea conveniente comenzar por definir lo que científicamente se considera “vida”. Para ello, habremos de referirnos a la visión predominante en la actualidad, a

la de los expertos de programas de investigación que mueven ingentes sumas de dinero para la búsqueda de vida en el Universo: el programa SETI: “*La mayoría de las definiciones propuestas han enfrentado serias objeciones. No obstante, una definición de trabajo se ha convertido en influyente en la comunidad de los orígenes de la vida: vida es un sistema químico autosostenible capaz de estar sometido a evolución Darwiniana*” (Chyba y Phillips, 01). (El subrayado es mio).

Veamos, pues, cómo tuvo que producirse este “sistema químico”:

La aparición gradual (y al azar) de la vida como producto de reacciones químicas espontáneas, implica la aparición de “una” primera molécula. Este honor y esta dura responsabilidad han recaído sobre el ácido ribonucleico que, al parecer, tuvo que llegar a constituir todo un “Mundo ARN” (Gesteland y Atkins, 93). Pero, “*...el RNA es una molécula muy compleja, que jamás ha sido sintetizada en el laboratorio sin enzimas*”. Solución: “*Dejemos, pues, a otros dilucidar el origen del RNA e interesémonos por el mundo RNA y su evolución.*” (Forterre, 01).



Éstos pasos son: La “aparición” de las proteínas (pero no unas cualesquiera). La “evolución” (al azar) del ARN y proteínas para formar un ribosoma (¿) y, finalmente, la entrada en escena del ADN que, dada la dificultad de que el ácido ribonucleico se transforme espontáneamente en desoxirribonucleico porque *“es una reacción química muy difícil de realizar. En todos los organismos vivos actuales, esta reacción es catalizada por proteínas-enzimas muy perfeccionadas llamadas ribonucleótidos-reductasas”*, tuvo que ser aportado por un virus, (Forterre,01) cuya oportuna presencia contradice la versión oficial, según la cual los virus son ADN o ARN celulares que han “adquirido” de la célula el gen que codifica la cápsida.

Lo cierto es que, como los mismos partidarios de su aparición gradual y al azar reconocen, la vida necesita de la interacción simultánea de moléculas muy complejas con características muy especiales, que no se explican sólo como resultado de reacciones químicas. Pero que, además, sólo se pueden producir en estado de aislamiento del medio, y la “aparición” de la membrana, incluso si estuviese constituida solamente de fosfolípidos (que no es así), también resulta de muy difícil explicación. Estas moléculas están constituidas por tres partes de orígenes diferentes, para las cuales no se conoce ninguna reacción no enzimática que permita su síntesis. El resultado de la multiplicación de las probabilidades de que todas estas moléculas aparezcan e interactúen al azar sería de unas dimensiones de difícil calificación. Porque el menor sistema realmente vivo (autosostenible) que podamos imaginar es un sistema *“irreductiblemente complejo”*, es decir, *“compuesto por varias piezas armónicas e interactuantes que contribuyen a la función básica, en el cual la eliminación de cualquiera de estas piezas impide al sistema funcionar”*. (Behe, 99).

Estas características las reúnen los primeros organismos vivos de los que tenemos constancia real: las bacterias. (Aquí sería conveniente un inciso para hacer notar que las bacterias no pueden ser consideradas seres vivos según la definición “oficial” de la vida, ya que su supuesta “evolución” no se ajustaría al modelo neodarwinista (sólo tienen un cromosoma)). Lo cierto es que las bacterias aparecieron en la Tierra muy pronto, cuando todavía estaba en formación, y en unas condiciones en que la vida, tal como la conocemos, era imposible. En una atmósfera tóxica, sin oxígeno libre (y, por tanto, sin capa de ozono protectora de las dañinas radiaciones ultravioleta) y sometida a una radiactividad que se ha estimado en cincuenta veces mayor que la actual. Y esa asombrosa capacidad de supervivencia se mantiene en la actualidad: Pueden vivir en las profundidades de la corteza terrestre, en depósitos de petróleo a casi dos kilómetros de profundidad, en fuentes geotermales a 112° C y soportando enormes presiones hidrostáticas. Incluso, pueden vivir en el interior de reactores nucleares soportando radiaciones miles de veces mayores de las que han existido nunca en la Tierra.

Pero, además, los materiales que metabolizan (que utilizan para vivir, y no para “sobrevivir”) son de lo más llamativo: desde sulfúrico a hierro, desde sales saturadas hasta titanio (lo que, teniendo en cuenta su escasez en la tierra es una “adaptación” muy voluntariosa). Si a todas estas cualidades o características incompatibles con lo que para nosotros son los procesos vitales, les añadimos el hecho constatado de que la mayor parte de la atmósfera apta para la vida fue una creación (“un producto derivado de la actividad”) de las bacterias, podemos llegar a tener la impresión de que tal vez las bacterias no sean el primer estado de vida surgido gradualmente y al azar como resultado de la actuación de la selección natural. De que no han dispuesto de suficiente tiempo para “adquirir” por azar esas capacidades, sino de que tienen esas capacidades, impensables para cualquier otro organismo vivo. De que, tal vez, sean “otra cosa”.

Desde luego, las condiciones en que aparecieron las bacterias en la Tierra no constituyen un escenario razonable para una supuesta formación por partes. Y este argumento está dejando de ser, oficialmente una especulación propia de la ciencia ficción. En Octubre de 2001, Philip Ball escribía en Nature:

*“ El ambiente en la joven Tierra estuvo plagado de explosiones que habrían hecho que una guerra nuclear pareciera un despliegue de fuegos artificiales. Cometas y asteroides gigantes la golpeaban continuamente, haciendo hervir gran parte de los océanos y esterilizando el planeta. Pero es evidente que la vida sobrevivió. De hecho, las últimas teorías indican que los primeros microorganismos, lejos de ser frágiles, estaban sólidamente adaptados a entornos extremos/ ... /En cualquier caso, no es fácil hacer aparecer células vivas a partir de un “caldo” de sustancias químicas sencillas, y puede que la Tierra sólo tuviera un breve período de tiempo para que esto pasase. Por eso, algunos investigadores creen que es posible que nuestro planeta necesitara algo de ayuda desde el exterior...”*

Pero esta no es una especulación en el vacío. A propósito del descubrimiento de microfósiles de 3.500 millones de años en Apex Chert (Australia) (Rasmussen, 00), Henry Gee escribe en Nature (00):

*“...las cianobacterias de Apex Chert eran muy similares a las especies de cianobacterias vivientes hoy, sugiriendo que las cianobacterias evolucionan de un modo extremadamente lento. Esto nos lleva a otro rompecabezas: si las cianobacterias apenas han cambiado en 3.500 millones de años, ¿cómo pueden haber evolucionado tan rápidamente en los 700 millones precedentes?. (Aquí, habría que matizar que no se trata sólo del problema de su “evolución”, sino el de su “formación”). Aunque microscópicas, las cianobacterias están constituidas por células y tienen una bioquímica tan sofisticada como cualquier otra forma de vida. ¿Cómo pudieron haber evolucionado de una simple mezcla de productos químicos en tan corto tiempo?. Esos problemas están conduciendo a los investigadores interesados en el origen de la vida (se supone que no serán sólo unos pocos los “interesados”), a mirar de otra forma una sugerencia considerada usualmente una chifladura: que la vida haya evolucionado en algún lugar del Universo y haya llegado a la Tierra desde el espacio. Ahora están comenzando a comprobar esta idea experimentalmente”*

Sin embargo, parece que el interés del problema es de menor cuantía porque finaliza el comentario con estas palabras: *“El gran problema con la idea fuera-de-la-Tierra es, no obstante, que no resuelve la cuestión del origen de la vida, simplemente cambia el problema de sitio”*. Una vez más, las viejas interpretaciones se resisten a dar a los datos el significado que tienen. Por ejemplo, el premio Nobel Cristian de Duve,(95) solventa el problema de este modo: *“Incluso si aceptamos que la vida llegó a la Tierra desde el espacio exterior, obviamos el problema de cómo se originó. Por tanto, voy a asumir que la vida nació justo donde está actualmente: aquí, en la Tierra.”* Estos argumentos, muy repetidos por los darwinistas, y que, seguramente, resultarán convincentes para los lectores convencidos de la idea de la vida como un fenómeno único y aleatorio, es una muestra de cómo el uso de los argumentos darwinistas nos ha acostumbrado a los biólogos (incluso a los más brillantes) a mirar “al dedo que señala a la Luna”. Porque, efectivamente, la vida tuvo un principio en la Tierra, incluso la Tierra tuvo un principio. Pero es muy diferente el significado de que la vida tuviera un origen aleatorio, improbable y único, y precisamente aquí, de que la vida exista y se propague por el universo. De que posiblemente sea previa a la existencia de la Tierra. Un significado sobre el que volveremos más adelante.

En este contexto, otro problema con muy distinto significado de la interpretación “obligatoria” es el de la aparición de “la primera célula”. En 1909 el biólogo ruso Konstantin S. Merezhkovsky propuso que los cloroplastos (entonces llamados “puntos verdes”) de las células vegetales procedían de un simbiote de origen externo. Acuñó el término “simbiogénesis”, a la que

atribuyó el carácter de principal fuerza creativa en la producción de nuevas clases de organismos (Barreno, 99). Estas ideas fueron seguidas hasta los años 20 por algunos biólogos rusos y norteamericanos que fueron menospreciados por sus colegas, y olvidados, hasta que en los años 80 fueron retomadas por Lynn Margullis (aquí cabría introducir dos puntualizaciones: 1ª: Ya está todo dicho. 2ª: Quizá fuese conveniente una revisión histórica que permitiese una atribución más justa de los méritos científicos a sus verdaderos acreedores), en su teoría del origen endosimbionte de la célula, hoy suficientemente demostrado y mayoritariamente aceptado. Pero la aceptación de la teoría endosimbionte no significa que se le atribuya el carácter general de fuerza creadora de Merezkhovsky, sino que se restringe al origen de “la primera” célula. El resultado de esta simbiosis ocasional, sería favorecido por la inevitable selección natural. *“Eventualmente, tenemos que comprender que la selección natural opera, no tanto actuando sobre mutaciones al azar, que son a menudo dañinas, sino sobre nuevas clases de individuos que evolucionan por simbiogénesis”*(Margulis, L. y Sagan, D., 95).

Al parecer, el hecho obvio de que unos seres sobrevivan en un momento determinado y otros no (incluso sólo de que unos organismos sobrevivan) conduce ineludiblemente a la actuación de la selección natural como causa de su presencia en la Tierra, ignorando el verdadero motivo de su aparición, el proceso que los formó. Si no tenemos más remedio que recurrir a las metáforas de nuestra vida cotidiana, este tipo de razonamiento resultaría comparable a atribuir el origen de un avión supersónico a “porque llega pronto”.

El origen endosimbionte de las células eucariotas es un hecho ampliamente admitido y constatado en la actualidad, e incluso los distintos tipos de mitocondrias se atribuyen a distintos orígenes bacterianos. La cuestión subyacente es si todos estos fenómenos responden a distintos sucesos aleatorios ocasionales e individuales, o forman parte de eventos más generales y sistemáticos.

Porque este es otro punto crucial en el contexto del intento de devolver a la Biología su carácter de Ciencia: Una teoría basada en hechos contingentes (al azar, únicos e irrepetibles) no es, en realidad, una teoría, sino una narración histórica, y los sucesos únicos no pueden ser verificados experimentalmente (ni, en palabras de Popper, pueden ser por tanto sujetos al criterio de falsación) por lo que no pertenecen al campo de estudio de la ciencia.

Veamos, pues, unos datos que pueden ser incluidos dentro de estos criterios: Mediante el estudio del ARN ribosómico, W. Ford Doolittle (00), ha transformado el hipotético árbol de la vida basado en, un también hipotético “ultimo antecesor universal común” (LUCA, en sus iniciales inglesas), en una intrincada red que interconexiona arqueobacterias con eubacterias y las dos con eucariotas, y con una base de múltiples raíces, tanto en el origen de arqueobacterias como de eubacterias, que él denomina (necesariamente) *“comunidad ancestral común de células primitivas”*. En cuanto a los genes celulares, los de la célula eucariota son una mezcla de genes de eubacterias y arqueobacterias, que son los que realizan las funciones básicas celulares. Para el resto de los genes de los organismos eucariotas (como pueden ser los que controlan el desarrollo embrionario) y que según él, *“se ignora de donde pudieron haber venido”*, reivindica la necesidad de *“la existencia de un cuarto dominio de organismos, extinguido en la actualidad, que transfirió horizontalmente al núcleo de las células eucariotas los genes responsables de éstos caracteres”*. Una explicación razonable, si tenemos en cuenta que, dada la extremada conservación y especificidad de los genes celulares desde su mismo origen, es poco lógico pensar que los genes que controlan, por ejemplo el desarrollo embrionario, surjan gradualmente como consecuencia de mutaciones al azar en los genes que controlan las funciones básicas celulares. Ahora se trataría de identificar este *“cuarto dominio, extinguido en la actualidad”*.

Vayamos a otros datos contrastables que pueden ofrecernos alguna pista: Radhey Gupta(00), de la Universidad McMaster de Ontario, ha estudiado una gran cantidad de secuencias de ADN de los genomas procariotas y eucariotas secuenciados. Esto le ha permitido identificar numerosas inserciones y deleciones (y aquí, me permito llamar la atención sobre estos hechos, sobre cuyos responsables hablaremos más adelante), *“con un alto grado de conservación que, o bien son únicos para grupos de especies, o son compartidos por grupos filéticos de organismos”*. Estas deleciones e inserciones, que él denomina *“firmas”*, *“permitirán estudiar relaciones entre los grupos principales de procariota y eucariotas”*. (Una observación obvia, pero que, además, hace pensar que esas *“firmas”* específicas han tenido que estar implicadas en esas relaciones, es decir, en su evolución).

Pero, esta no es la única información constatable (y significativa) que han aportado los estudios de Gupta. El análisis de diferentes genes/proteínas (es decir, y esto es muy significativo, no sólo los genes) que se encuentran en organismos eucariotas, nos informa de que los relacionados con la transferencia de información provienen de arqueobacterias; los genes/proteínas implicados en las funciones metabólicas, de eubacterias. *“Estos resultados muestran que la célula eucariota ancestral no se originó directamente de una arqueobacteria o de una bacteria, sino que es una quimera formada por la fusión e integración de los genomas de ambas/ ... /los otros orgánulos de eucariotas, como mitocondrias y cloroplastos, se adquirieron en acontecimientos endosimbióticos posteriores”*. El impresionante significado de estos fenómenos queda, sin embargo, oscurecido por la siguiente afirmación: *“Las secuencias en diferentes proteínas también indican que la fusión primaria que llevó a la formación de la célula eucariota fue única”*. ¿Quiere esto decir que, tanto la primera fusión, como los *“eventos endosimbióticos posteriores”* tuvieron lugar sólo una vez, y precisamente en una sola estirpe celular?. Parece que ésta es su interpretación, porque, según Gupta, esta endosimbiosis fue un hecho excepcional, y el resto de la evolución tuvo lugar mediante la selección natural. Pero conociendo la increíble capacidad de supervivencia y reproducción de las bacterias, resulta poco creíble que *“una”* célula eucariota única con su comparativamente lenta reproducción y su fragilidad comparada con la eficacia reproductiva y la práctica inmortalidad de aquellas, tuviera muchas probabilidades de proliferar por competencia en un mundo bacteriano.

Parece existir, incluso entre los científicos cuyas aportaciones son claves para entender los hechos más trascendentales de la evolución, una falta de conexión lógica, (condicionada, sin duda, por el paradigma obligatorio), entre un forzoso origen aleatorio, ocasional y único y los resultados inmediatos de ese hecho *“azaroso”*: La enorme complejidad y sincronía que se encuentra dentro de una célula, en la que cientos de miles de moléculas, cada una con unas propiedades, cuando menos, sorprendentes, interactúan con gran precisión para formar un sistema con una capacidad de integración y procesamiento de datos en relación con el ambiente interno y externo, con los ciclos de división, con autorreparación... resultan inconcebibles para la tecnología mas avanzada. ¿Es lógico, es siquiera racional creer que sucesos aleatorios y *“errores”* ocasionales hayan podido ensamblar estos *“sistemas operativos”* que son, precisamente, la antítesis del azar?

## ***2.- Sobre el aumento de complejidad y el muro limitante.***

El problema se multiplica exponencialmente cuando se trata de explicar el siguiente *“salto”* en nivel de complejidad que constituye la aparición de los organismos pluricelulares. Es cierto que, mediante metáforas ingeniosas que, como siempre, olvidan preguntarse por los procesos biológicos reales implicados en su narración, pueden resultar, si no convincentes, al menos divertidas. El brillante S. J. Gould, implicado en su país en una dura batalla dialéctica contra las poderosas fuerzas sociales que subyacen a los movimientos creacionistas, se empeña, como negación del finalismo, en

justificar el aumento de complejidad mediante la metáfora del borracho y el muro. Si éste sale de un bar caminando tambaleante, y su trayectoria está limitada por un muro a la izquierda, con el tiempo (suponiendo, naturalmente, que no caiga al primer paso) acabará cayendo, forzosamente, a la calzada. *“Toda vez que hay sitio disponible hacia la derecha del muro, es decir, en la dirección de una mayor complejidad, las nuevas especies se adentran ocasionalmente en ese territorio virgen y confieren a la curva de campana de la complejidad de todas las especies un sesgo a la derecha que puede ir acentuándose con el paso del tiempo”*(Gould,99). Este es un caso tan típico de explicación darwinista que, seguramente, para muchos biólogos resulte suficiente. A la pregunta de por qué aumenta la complejidad se responde: “Porque hay espacio para que aumente”. Los mecanismos responsables de ese aumento, la explicación científica de “por qué”, no merecen consideración.

Pero una explicación, esta vez basada en datos, nos la apuntan Aravind y Subramanian (1999), a partir de la comparación de los genomas de *Sacharomyces cerevisiae* (muy relacionado, por cierto, con el anterior ejemplo), *Caernohabditis elegans* y *Arabidopsis thaliana*: *“Esas comparaciones evidencian algunas tendencias llamativas en términos de expansiones (es decir, repeticiones) o barajamientos extensivos (es decir, reordenamientos) de dominios específicos que están involucrados en funciones reguladoras y de señalización”*. En definitiva, ya tenemos algunos datos que relacionan materialmente distintos niveles de complejidad con duplicaciones y cambios de posición de grupos de genes.

Veamos ahora como ellos mismos nos explican la implicación de sus datos en la aparición de los organismos multicelulares: *“En el esquema básico del paradigma evolutivo darwiniano, aparece de esta forma: en una colonia surgida de la expansión clonal de una célula individual, la selección familiar (“kin selection”) pudo funcionar resultando en una forma diferencial multicelular. Un conjunto de células en una colonia tuvo que diferenciarse y por tanto sacrificar su capacidad reproductora a favor de la de sus clones, si ese comportamiento favoreció un incremento neto en fitness de ese estado en relación a sus copias unicelulares de reproducción individual”*. Para no resultar reiterativo (más aún), omitiré los comentarios sobre “la fuerza directora”, pero son inevitables algunas preguntas sobre unos argumentos aceptables por la ortodoxia, como demuestra el que estén publicados en una revista prestigiosa: ¿Tienen sentido unos genes que, sin ninguna coordinación, produzcan varios tipos de células sin capacidad de reproducción?. ¿Qué ventaja (*fitness*) puede tener una masa informe con ¿dos?, ¿tres? tipos celulares, de las que sólo un tipo se puede reproducir, sobre organismos unicelulares perfectamente adaptados?. Y finalmente, ¿Qué tipo de genes son los que tienen capacidad para duplicarse y “barajarse”?

Aquí, puede resultar conveniente interrumpir nuestro recorrido por el “beodo” camino hacia la complejidad y detenernos a rastrear el posible origen de estos peculiares y movedizos genes.

### **3.- Sobre los elementos *móviles* y sus derivados.**

La creciente información derivada de la secuenciación, mas o menos completa, de los genomas de organismos multicelulares animales y vegetales está poniendo de manifiesto una proporción variable, pero en todos los casos altísima, de secuencias repetidas, elementos móviles y virus endógenos. Estos hechos, han llevado, ineludiblemente, a plantear el significado de su presencia en los genomas. Naturalmente, las interpretaciones que han suscitado mayor interés han sido las relativas a la secuenciación (parcial) del genoma humano. En el informe publicado por el Consorcio Internacional (Nature, 15 de Febrero de 2001), podemos leer: *“En el (genoma) humano, las secuencias codificantes comprenden menos del 5% del genoma, mientras que las secuencias repetidas abarcan, al menos, el 50% y probablemente mucho más/ .../Las repeticiones son descritas*

a menudo como “basura” y desechadas como poco interesantes (se atribuyen a su cualidad de ADN egoísta) . No obstante, actualmente representan una extraordinaria fuente de información sobre procesos biológicos”/ ... /Como agentes activos, las repeticiones han remodelado el genoma, causando reordenamientos ectópicos, creando genes enteramente nuevos, modificando y barajando genes existentes y modulando el contenido total de Guanina –Citosina”. En cuanto al origen de esas repeticiones: “La mayoría (¿no toda?) de las secuencias repetidas humanas deriva de elementos transponibles. Podemos reconocer sobre el 45% del genoma como perteneciente a esta clase”. Y, mucho más interesante aún: “Mucho del restante ADN único debe también ser derivado de copias de antiguos elementos transponibles que han divergido demasiado para ser reconocibles como tales”.

Es decir, nos encontramos con que la gran mayoría del genoma humano está constituido por repeticiones de bloques de genes y de elementos transponibles, de los cuales los retrotransposones, que se mueven produciendo copias de sí mismos, son los evidentes responsables de dichas repeticiones (los transposones, que cambian de sitio en el genoma directamente, son los responsables de las “inserciones y deleciones”). Si tenemos en cuenta que el origen de los genes responsables de las funciones celulares básicas son de origen bacteriano, ¿de donde han salido estos paquetes de genes con tan extraña tendencia a moverse y a duplicarse?. ¿Tal vez del cuarto dominio que reclamaba Doolittle?. Prosigamos la lectura del informe: En el apartado “Repeticiones derivadas de transposones”, nos encontramos con que: “450.000 copias, que constituyen el 8% del total del genoma (ya son el 10%), corresponden a elementos retrovirales (retrovirus-like elements). Unas, llamadas autónomas, tienen las secuencias gag, pol y env (esta última responsable de la codificación de la cápsida viral), es decir, son retrovirus endógenos capaces de reconstruir su cápsida y formar virus completos, y otras, llamadas no autónomas sólo tienen los genes gag y pol.

Veamos, ahora, la interpretación del origen de estos elementos:”Los elementos autónomos (retrotransposones) contienen los genes gag y pol que codifican una proteasa, transcriptasa inversa, RNAasa H e integrasa. Los retrovirus exógenos parecen haber surgido de retrotransposones endógenos, por adquisición de un gen celular env (cápsida)”. Es decir, los retrotransposones, extraños paquetes de genes con la capacidad de insertar copias de sí mismos en otros puntos del genoma, parecen haber surgido “espontáneamente” en unos genomas con las secuencias celulares básicas altamente conservadas y, además han sido capaces de formar virus por “adquisición” de un gen celular env, también surgido en la célula espontáneamente (¿y tal vez al azar?).

Quizás el conocimiento de algunas curiosas características (y capacidades) de las cápsidas víricas, descubiertas recientemente, nos permitan valorar razonablemente la posibilidad de que éstas procedan de genes celulares: El 18 de Octubre de 2001, se publicó en Nature un artículo (Smith, et al.) que por su gran espectacularidad fue portada en la citada revista. Su título: “El motor portal del bacteriófago  $\phi$  29 puede empaquetar ADN contra una gran fuerza interna”. La investigación mediante una (cada vez más necesaria) colaboración entre biólogos moleculares, microbiólogos y físicos consiguió medir, por medio de unas (misteriosas para los biólogos) “pinzas ópticas” la fuerza con que la cápsida del citado fago empaquetaba el ADN en su interior: “El bacteriófago  $\phi$  29 empaqueta su doble cadena de ADN de 6,6 micrómetros de longitud en una cápsida de 45x54 nanómetros, por medio de un complejo portal que hidroliza ATP. Este proceso es remarcable, porque han de ser superadas energías entrópicas, electrostáticas y de plegamiento para empaquetar el ADN hasta un estado de densidad casi cristalina”(El subrayado es mío). El equivalente, en términos “visualizables”, sería objeto de cálculos mas afinados, pero de una forma grosera se aproximaría a introducir 100 sillas de brazo de un aula en la caja del proyector. “Este motor puede trabajar contra fuerzas de 55 piconewtons en media, convirtiéndole en uno de los más potentes motores moleculares reportados hasta la fecha”/ .../”Nuestros datos sugieren que ésta fuerza debe estar disponible para iniciar la eyección de ADN de la cápsida durante la infección”.

Al asombro que produce esta información se le pueden añadir serias dudas sobre la procedencia desde los conservados y específicos genes celulares (en este caso bacterianos) de ésta y otras sorprendentes y variadas cápsidas virales. ¿De qué procesos celulares pudieron los elementos móviles “adquirir” (¿también al azar?) estas cápsidas con estas propiedades?.

Sin embargo, y volviendo al Informe, el hecho, tan plausible que es casi obvio, de que los virus endógenos son de origen exógeno y que en algún momento de la historia de la vida se han insertado en los genomas, y de que es más lógico pensar que la progresiva conversión en elementos móviles y secuencias no autónomas (partículas virales “defectivas”) haya sido por pérdidas de secuencias, que el camino inverso de “progresivas adquisiciones”, no parecen encajar en la perspectiva “ortodoxa”: En la página 887, y bajo el epígrafe “*Transposones como una fuerza creativa*”, se puede leer: “*La fuerza primaria para el origen y expansión de la mayoría de los transposones ha sido la selección para su habilidad para crear progenie,(?) y no una ventaja selectiva para el huésped. No obstante, estas piezas egoístas de ADN han sido responsables de importantes innovaciones en muchos genomas, por ejemplo, aportando elementos reguladores (¿de donde?) e incluso genes nuevos. Veinte genes humanos han sido reconocidos como probablemente derivados de transposones*”. Es más: “***Mucho del restante ADN único debe también haber derivado de antiguas copias de elementos transponibles que han divergido demasiado para ser reconocibles como tales***”. (Los subrayados son míos).

Abundantes interpretaciones de este tipo se pueden encontrar en el, por otra parte, magnífico informe. Porque siempre nos encontramos con el mismo problema: Unos nuevos datos con una cantidad asombrosa (y muy significativa) de información, y unas interpretaciones basadas en los viejos conceptos. Pero, sobre todo, desligadas de las informaciones aportadas por otras disciplinas que sugieren una muy diferente interpretación, especialmente si las situamos en su contexto evolutivo. Así, por ejemplo, las “*evidencias de transferencia horizontal de genes relativamente frecuentes*” es decir, “*genes transmitidos por vectores como virus*”, así como las “*más de doscientas secuencias de origen bacteriano*”, que les resultan sorprendentes, pueden tener una explicación coherente si Doolittle y Gupta no están equivocados (y parece que no lo están). En el genoma humano y en todos los genomas animales y vegetales hay muchas más de doscientas secuencias de origen bacteriano.

La inevitable conclusión que se deriva de un simple cálculo, cuyos resultados pueden parecer heréticos (pero, en este caso, al culpable habría que buscarlo entre los primitivos matemáticos), es la siguiente: Si el 95% del genoma, (considerado inicialmente “no codificante”, pero reconsiderado posteriormente, porque su actividad-inactividad puede depender de muchos factores), está constituido por secuencias repetidas (y ya sabemos quienes son los responsables de las repeticiones), elementos móviles, y un creciente número de virus endógenos, (el denominado por algunos “ADN basura”), y en el “genoma codificante” existen abundantes virus endógenos y elementos móviles que participan activamente, “*mucho del restante ADN único tiene que haber derivado de antiguas copias de elementos transponibles*”, y a esto le sumamos los genes responsables de la transmisión de información y los genes que controlan el metabolismo, cuyo origen es bacteriano, el resultado (con muy pocos genes de origen no identificado por el momento), es que, con muy poco riesgo de error, se puede concluir que serían los virus el “*cuarto dominio*” invocado por Doolittle que aportó, por transferencia horizontal, los restantes genes de los eucariotas. Lo que, en definitiva, significa (afortunadamente los biólogos no tienen la costumbre de quemar a los herejes) que todo el ADN que no es de origen bacteriano, es, con toda probabilidad, de origen viral. Y también explicaría las “firmas” de Gupta (y su significado evolutivo), el fenómeno de las “*numerosas inserciones y deleciones con un alto grado de conservación en diferentes genes/proteínas que, o bien son únicos para grupos específicos de especies, o son compartidos entre grupos determinados de organismos*”.

#### 4.- *Sobre el (confuso) origen de los virus.*

La concepción de los virus dentro del paradigma vigente constituye, junto con la de las bacterias, las dos paradojas más incoherentes, pero persistentes, de la Biología actual.

El hecho de que el descubrimiento de ambos fue debido a su actividad patógena (Kock en el Antrax de vacas y Stanley en el mosaico del tabaco), junto con que esta cualidad concuerda perfectamente con la visión competitiva de los fenómenos biológicos, les han cargado con el estigma de ser “nuestros peores competidores”, atribuyendo a su carácter patógeno (real, pero minoritario y siempre por algún motivo) su condición fundamental y considerando los, cada vez más abundantes casos de actividades imprescindibles en distintos procesos biológicos como excepcionales, justificados como “parasitismo”, “genes egoístas”, “aprovechamiento por parte del genoma”...

A pesar de esto, se están acumulando datos sobre las actividades normales de las bacterias que (al menos para algunos) están cambiando su situación dentro de la concepción de las relaciones entre los seres vivos. Hoy se sabe que los suelos terrestres están plagados de bacterias que cumplen funciones esenciales en la degradación de sustancias tóxicas, o en la fijación de Nitrógeno por las plantas y en la regeneración de suelos y ecosistemas terrestres y marinos. Que enormes cantidades de bacterias viven en el interior de los seres vivos, colaborando en funciones esenciales, como la degradación de sustancias que no pueden digerir o la producción de otras imprescindibles para el organismo. También se ha comprendido (no por todos) que su carácter patógeno se produce mediante transferencia horizontal de genes como respuesta a agresiones ambientales.

En cuanto a los virus, *“Se han realizado muchos trabajos para comprender el funcionamiento de los virus, encontrar nuevos medios de combatirlos o, por el contrario, utilizarlos para transportar genes de medicamentos (terapia génica)”* (Zillig y Arnold, 99). Lo sorprendente es que argumentos de éste tipo no resulten absurdos, pero lo cierto, es que los virus constituyen otro de los muchos pilares inconsistentes de la Biología actual. Otro de los muchos problemas “cerrados en falso”: *“Aunque nuestros conocimientos sobre la biología molecular de los virus han progresado mucho, su origen sigue siendo, en cambio, uno de los grandes misterios de la biología. Dado que necesitan una célula para multiplicarse, los investigadores creyeron durante mucho tiempo que los virus tenían como origen genes celulares”* (Zillig y Arnold, 99). Resulta llamativo el empleo del tiempo pasado como si ésta creencia hubiera sido abandonada en la actualidad cuando, en realidad, sigue siendo la dominante, pero no es más que un reflejo de la desconexión existente entre distintas especialidades y así, lo que para los genetistas se solventa con la “adquisición de un gen celular *env*”, para los virólogos no resulta tan evidente: *“La existencia de características específicas de los virus, como algunas proteínas de las envolturas, genomas en forma de ARN y ARN polimerasas especiales (aquí hay que resaltar a la Transcriptasa inversa, con su función tan especial y tan concreta), sugiere, por el contrario, que al menos una parte de los virus no tiene el mismo origen celular que sus células huésped”*.

Esta evidencia lleva inevitablemente a los autores a plantearse el origen y “evolución” de los virus: El estudio de los virus que “infectan” a las arqueas, ha puesto de manifiesto que no pertenecen a ninguna de las familias de los virus conocidos. Por ejemplo, el arqueófago  $\phi$  H tiene un genoma muy diferente del bacteriófago P 1. Sin embargo, su morfología es muy parecida, con una cabeza de forma geométrica y una cola que permite la fijación a la bacteria. Por lo tanto: *“Si se supone que existió una forma ancestral de virus en el antepasado común de las arqueobacterias y de las bacterias, se puede ver sin dificultad a  $\phi$  H y P 1 como los productos de una evolución*



*divergente a partir de un mismo antepasado”....”Si esto es así, los virus del mismo tipo – y por tanto, todos los fagos con cabeza y cola – ya existían en el antepasado común de los procariotas y los eucariotas, e incluso, quizá antes”.* El problema (no menor) de estas relaciones es cómo puede evolucionar un virus que es inerte en ausencia de una célula y, sobre todo, qué tipo de mutación hace posible la elaboración del “motor celular” de su mecanismo de inyección del ADN a partir de la “sopa primigenia”. Pero lo más sorprendente de todo, es que esto ha tenido que ocurrir varias veces porque: *“La notable variedad de los virus y su relativa simplicidad sugieren un origen polifilético: diferentes grupos de virus habrían derivado independientemente a partir de diferentes orígenes”.* Ésta parece la argumentación más sólida (basada en datos) de todo el discurso sobre su “evolución”. Pero, ¿cómo explicarla?. Lo cierto es que los arqueófagos que “infectaban” a las primeras formas de vida ya deberían disponer del mecanismo inyector de su ADN.

Llegados a este punto, tal vez sea conveniente una recapitulación sobre los **datos** de que disponemos:

Tenemos datos sobre la extremada conservación de la formas ancestrales de vida, sobre la presencia de virus simultánea (o incluso, posiblemente anterior) a éstas. Sabemos que “no todos sus genes” pueden tener origen celular (Zillig y Arnold, 99). También conocemos la existencia de la integrasa, que sirve para que los virus integren su genoma en los genomas celulares, de la **transcriptasa inversa** que utilizan para retrotranscribir el ARN en ADN, de un complejo y difícil de explicar “motor molecular” que los virus utilizan para inyectar en las células, o empaquetar, su material genético. Es decir, que los virus de incierta y “polifilética” procedencia poseen unas funciones que utilizan para algo, que tiene una evidente finalidad, y que intentar explicar la rápida aparición de cada una de ellas independientemente como consecuencia de mutaciones al azar a partir de una “sopa primigenia” o incluso, de un supuesto “Mundo ARN” carece de sentido científico, como cualquier matemático podría fácilmente demostrar.

Probablemente, estos argumentos resulten menos ajustados al modo de razonar al que hemos sido acostumbrados los biólogos que las vagas y contradictorias explicaciones sobre la aparición por partes de la primera célula, con o sin ayuda de virus (de origen inexplicado), y con las “invenciones” de proteínas y ribosomas o la supuesta procedencia de los virus a partir de transposones (también “inventados” por el genoma), pero no hay que olvidar que estas “explicaciones” están basadas en la convicción (en la creencia) de cómo han tenido que ser, es decir, se han tenido que producir, forzosamente, de un modo gradual, al azar y, naturalmente, impulsados por la selección natural, y todos los argumentos se elaboran asumiendo estas únicas posibilidades. Estos axiomas (porque nunca se han demostrado), conducen a pasar por alto mediante vagas (o metafóricas, en su caso) explicaciones hechos con una información fundamental sobre la evolución en los que, muy probablemente, se encuentran las claves.

## 5.- *Sobre los "parásitos" creativos.*

**En los últimos años, la información sobre las actividades de los virus, y sus derivados, los elementos móviles, tanto en procesos celulares normales, como en fenómenos con claras implicaciones evolutivas, ha crecido de un modo casi exponencial (Sandín, 95, 97, 98, 01). Las interpretaciones habituales de su presencia en los genomas animales y vegetales han incluido desde una “explotación” de sus inexplicadas capacidades por parte del genoma (Bromhan, 02) o un aprovechamiento de las respuestas ambientales de los transposones “cualquiera que sea su origen” (Grandbastien, 98) hasta un absoluto desconcierto por su presencia (Benoist y Mathis, 97: “*Retrovirus as trigger precipitator or marker?*”). Pero, si tenemos en cuenta que hoy estamos en condiciones de afirmar que la mayor parte del genoma de todos los seres vivos es de origen viral, resulta evidente que estas actividades no son ocasionales ni, mucho menos, excepcionales.**

Pero, además, estudios recientes han revelado unas actividades de los virus que van a obligar, al igual que en el caso de las bacterias, a replantear su verdadero y fundamental papel en la Naturaleza. En aguas marinas superficiales hay un número de virus de 10.000 millones por litro. Su papel ecológico consiste en el mantenimiento del equilibrio entre las diferentes especies que componen el plancton (y, como consecuencia, del resto de la cadena trófica) y entre los distintos tipos de bacterias, destruyéndolas cuando hay un exceso.(Fuhrman, 99).

Al mismo tiempo, la materia orgánica liberada tras la destrucción de sus huéspedes enriquece en nutrientes el agua. Pero, además, tienen un papel secundario sorprendente: los derivados sulfurosos producidos por sus actividades contribuyen a la nucleación de las nubes. Y, seguramente, no serán éstas las únicas sorpresas que nos van a deparar.

Hoy podemos afirmar que existen indicios más que suficientes para considerar a los virus, no sólo una parte del funcionamiento normal de los fenómenos biológicos, sino una parte fundamental. Hoy sabemos quienes son los responsables de las inserciones y deleciones que identifican grupos filéticos de organismos. También sabemos cómo es el mecanismo responsable de las duplicaciones, reordenamientos y remodelaciones de los genomas. Tenemos datos abundantes sobre su implicación en los fenómenos de transferencia horizontal de genes (Auxolabehere, 92; García et al., 95; Kim et al., 95; Oosumi et al., 95; Galitski y Roth, 95). Pero, quizás, las más significativas actividades de las secuencias de origen viral sean las relacionadas con la regulación de la expresión génica (Patience et al., 97) y con la diferenciación y proliferación celular durante la embriogénesis (Brosius y Gould, 92, Dnig y Lipshitz, 94; Schulte et al., 98; Episkopou et al., 01).

Si a esta información sobre la actividad normal de los virus le añadimos su capacidad de activación (y “malignización”) como respuesta a estímulos (estrés) ambientales (Gauntt y Tracy, 95, Ter-Grigorov et al., 97; Grandbastien, 98), fenómeno que está, sin duda, muy relacionado (y que podría explicar) con muchos de los problemas derivados de los xenotransplantes, los productos transgénicos, la terapia génica, el SIDA e, incluso, la investigación sobre el cáncer (Ver Sandín, 97; 98; 01) nos encontramos con una realidad muy diferente a la que nos ha inculcado el viejo paradigma: unos genomas caracterizados por una extremada conservación de los procesos fundamentales desde el mismo origen de la vida pero con una plasticidad, una capacidad de reacción a los estímulos ambientales que son totalmente incompatibles con la concepción tradicional de unos genomas rígida e irreversiblemente diferenciados mediante mutaciones aleatorias y aislados del ambiente.

Esta nueva visión está íntimamente ligada a la explicación de otro hecho fundamental de la evolución cuyos mecanismos implicados “*siguen siendo sorprendentemente esquivos*” (S.C.Morris, 00)

## 6.- *Sobre la "radiación" del Cámbrico y los genes homeóticos.*

La explicación del origen de los metazoos constituye otro significativo ejemplo de cómo la “vieja biología” es capaz de cerrar en falso los problemas clave de la evolución mediante argumentos o interpretaciones caracterizadas por un predominio absoluto de las convicciones sobre las observaciones. La aparición de todos los planes de organización animal existentes en la actualidad en un corto periodo de tiempo y en la misma base de su origen, es totalmente contradictoria con la concepción darwinista de la evolución (en palabras de S.J. Gould(85), lo que cabría esperar “...serían unos pocos diseños generales y gran variabilidad (distintas adaptaciones) dentro de ellos. Sin embargo, encontramos exactamente lo contrario”). A pesar de ello, el fenómeno también tiene cabida dentro de la elástica teoría Sintética: se trataría de una “radiación adaptativa” (Liñán et al.,99), una supuesta explicación (“radiación”) que es, en realidad, una descripción (es decir: “un incremento en número y variedad dentro de un taxón, como consecuencia de un cambio ambiental,” etc.).

Pero veamos los datos: *“Una gran variedad de phylla de organismos tripoblásticos (Protostomia como anélidos, moluscos y artrópodos, y los Deutetostomia, equinodermos y cordados) han surgido en un “Big-Bang” (entre 530 y 520 m.a. en la base del Cámbrico (550-500 m.a.) con una impresionante explosión de la diversidad y disparidad morfológica (Erwin, 1991, 1993, Erwin et al., 1997, Valentine et al., 1996, 1999). El registro fósil del Cámbrico incluye miembros de más de treinta phylla (planes corporales) correspondientes a unos hábitats bentónicos marinos de costa comparables a los actuales; unos hábitats aparentemente constantes y estables”* (García Bellido, 99). Es decir, en un medio estable y homogéneo “aparecieron” prácticamente todos los mecanismos genéticos que controlan la morfogénesis de todos los grandes grupos animales existentes en la actualidad, sin la menor posibilidad de que la omnipresente y omnipotente selección natural tuviera la menor participación en ello: *“la expansiva diversificación morfológica de la fauna en la base del Cámbrico ha ocurrido en animales viviendo en condiciones bióticas muy homogéneas, lo que indica que los determinantes externos han jugado un papel mínimo en esa disparidad (Valentine et al., 99.)”* (G<sup>a</sup> Bellido, 99).

Un problema añadido para la perspectiva convencional es el representado por los posibles antecesores de la fauna del Cámbrico, un puñado de organismos multicelulares conocidos como la “fauna de Ediacara” (por su lugar de descubrimiento en el Sur de Australia), datados en 600 millones de años, en el Véndico . Paleontólogos como Gould (85) y Seilacher (89), afirman que esta fauna constituye un “experimento fallido” en la evolución de los animales multicelulares, que no dejó descendientes. De hecho, al comienzo de Cámbrico, hace 543 millones de años, la Tierra sufrió la mayor y más extensa Edad de hielo de toda su historia (Kirschvink et al., 00). Pero el problema puede ser aún mayor: el paleontólogo Gregory Retallack (94) de la Universidad de Oregón, ha llegado a la conclusión de que los fósiles de Ediacara no eran en absoluto animales, sino muy probablemente líquenes: la forma en que han fosilizado, sin las deformaciones propias de cuerpos blandos, los patrones de crecimiento y su estructura microscópica los hace más compatibles con el hecho de que su gran tamaño (a veces más de un metro) y su forma de vida sésil se corresponda con organismos que obtienen su nutrición por simbiosis con organismos fotosintéticos. Una nutrición difícil de explicar en la “interpretación animal” de estas grandes formas sésiles.

En definitiva, nos encontramos de nuevo con súbito salto de complejidad a partir de formas necesariamente muy sencillas y aún por descubrir. En palabras de S.C. Morris (2000): *“Para concluir: la explosión Cámbrica es real y sus consecuencias ponen en marcha un maremoto en la historia evolutiva. Mientras el patrón de evolución es muy claro, los procesos implicados todavía permanecen sorprendentemente esquivos.”*

Desde el punto de vista de la genética del desarrollo, sabemos que en estos procesos están implicados unos complejos sistemas genéticos de genes/proteínas denominados homeoboxes que regulan a muchos otros genes y que coordinan el desarrollo embrionario de tejidos y órganos en todos los seres vivos. Lo que aún está por explicar, desde el punto de vista ortodoxo, es el origen de esos sistemas genéticos que, obviamente, no se han podido producir por mutaciones al azar de los conservados genes controladores de la replicación o del metabolismo. Pero quizá su descripción nos pueda dar alguna pista: los genes que los forman son secuencias repetidas en tandem, y ya sabemos que los responsables de las repeticiones génicas son los retrotransposones (y quedan pocas dudas razonables sobre el origen de los retrotransposones en los retrovirus). En general son secuencias de 180 pares de bases que codifican para un polipéptido básico de 60 aminoácidos al que se ha llamado *homeodominio*. Estas secuencias están situadas en el mismo orden en los cromosomas de muy diferentes grupos animales, y en todos ellos cumplen misiones extrañamente similares en el desarrollo embrionario: las secuencias responsables del desarrollo de las patas, ojos, sistema urogenital... de invertebrados, anfibios, reptiles, aves y mamíferos sólo se diferencian en el número de repeticiones. En el modo de controlar este desarrollo, están involucrados un conjunto de genes/proteínas en el que los genes HOX son los “*selectores*” que controlan la expresión de otros genes “*realizadores*” y regulados por proteínas específicas, conjunto al que el genetista del desarrollo A. García Bellido, ha denominado “*sintagma*”. Y una vez más “... *en un número creciente de casos, sintagmas casi completos están conservados en evolución (Botas, 93; Biggin and McGinnis, 97; Graba et al., 97).*” (G<sup>a</sup> Bellido,99).

El significado de estos datos (es decir, no especulaciones) merece un análisis especial: los genes homeóticos especifican el desarrollo de unos órganos de una forma que va más allá de su mecanismo bioquímico e, incluso, de su desarrollo embrionario: “*los apéndices de vertebrados y artrópodos no son estrictamente órganos homólogos pero vemos que, en su morfogénesis, hacen uso de genes y sintagmas conservados Gynsen et al., 87; Carrol, 95*”. Y esto se ha podido comprobar experimentalmente introduciendo los genes Hox “ojo” de ratón en drosophila y activándolos en diversas partes de su cuerpo tales como patas, alas, antenas, etc. El resultado fue que aparecieron ojos ectópicos en todas esas estructuras (Morata, 99). Es decir, a pesar de que el ojo compuesto de Drosophila se forma bajo el control de un conjunto de varios cientos de genes/proteínas diferentes a los del ratón, la secuencia “ojo de mamífero” produce “ojo de invertebrado” dentro del desarrollo embrionario de una mosca. Todo esto quiere decir que en estas secuencias génicas está inscrito el significado (se podría decir: el concepto) “ojo”, “patas”, “alas”, independientemente del tipo de ojo, patas o alas, de su control (regulación) genético o de su origen embrionario. Y este fenómeno (este hecho) es probablemente, el de más trascendencia y el de más profundo significado de todos los descubrimientos recientes en el campo de la biología.

Desgraciadamente (pero comprensiblemente), el peso del viejo paradigma, del vocabulario de la forma “ortodoxa” de razonar, impide a los propios descubridores asumir el significado de sus propios hallazgos. Así Antonio García Bellido, cuyas aportaciones en el campo de los homeoboxes han sido fundamentales, en su magnífico artículo “Los genes del Cámbrico” (1999) atribuye las interacciones ADN-proteínas y sus resultados a un fenómeno de “selección” y aunque, evidentemente, no se refiere a la selección natural, dado que, según él mismo escribe, el ambiente no ha jugado ningún papel en la generación de morfologías nuevas, no puede evitar la siguiente conclusión: “*Así se inició una competición morfológica y de comportamiento entre organismos, elaboraciones que han continuado y diversificado desde entonces*”. Sin embargo: “*las mutaciones clásicas en las regiones que codifican para proteínas deben haber sido de escasa relevancia inmediata para la evolución morfológica... variantes genéticas nuevas que resultan de cambios de secuencias reguladoras debieron y deben estar sujetas a una selección negativa mínima, porque se mantiene la función primaria del gen que asegura una morfogénesis normal (Averof et al., 96)*”.

Es decir, no importa que el ambiente no tenga el papel selectivo que le atribuye el darwinismo; no importa que las mutaciones “clásicas” tampoco... Pero tiene que existir una competencia y tiene que existir una selección. Aunque haya que buscarla infructuosamente. Sin embargo: *“Si en los apéndices de tetrápodos y los de artrópodos se usan genes y aún sintagmas homólogos, ¿cuál era su expresión morfológica en los organismos precámbricos que no tenían apéndices visibles?* (los subrayados son míos), *¿cómo eran los órganos incipientes (precursores), receptores de luz, de los ojos que se generan con genes homólogos en todas las formas derivadas?, ¿han precedido los sintagmas específicos a las formas a las que dan lugar?”* Esta pregunta/afirmación es la clave, dentro de nuestros argumentos, porque parece evidente que la coordinación del desarrollo embrionario ha de ser previa a la aparición del organismo, pero: *“si es así, ¿sobre qué formas ha operado la selección para dar lugar a la explosión evolutiva observable?”*.

A veces resulta desalentador observar cómo los científicos que aportan los datos más relevantes en el contexto de una nueva Biología, se esfuerzan para introducirlos, mediante una retórica, muchas veces contradictoria, en el viejo paradigma. Es decir, no parece existir ningún interés por articular coherentemente, racionalmente, todos estos nuevos y significativos datos. Lo que se puede observar es un verdadero esfuerzo para hacer posible su interpretación dentro de la ortodoxia dominante. Y así, cada especialista aporta su contribución. Por ejemplo, para los paleontólogos (Liñan et al.,99) la “explicación” de la repentina aparición de todos los tipos de organismos existentes en la actualidad se justificaría porque el fenómeno pudo no ser tan rápido como parece y las condiciones de fosilización darían una falsa impresión de aparición rápida, *“...sería más propio hablar de la explosión cámbrica del registro fósil”*. Pero parece dudoso que una ampliación del tiempo explique el problema que planteaba Gould y más, teniendo en cuenta la ausencia de formas precedentes y “conectables”.

Desde el punto de vista bioquímico los datos tienen un sentido opuesto, pero los argumentos tienen características similares: En un artículo publicado en Nature, Rutherford y Lindquist (98), han encontrado una explicación para la rápida diversificación morfológica del Cámbrico. Las proteínas antiestrés, también conocidas como *chaperonas*, son otro ejemplo, este ya indiscutible, de proteínas con una finalidad muy especial. Se encuentran en las células de todos los organismos, y su misión es ayudar a las proteínas celulares que tienen distintas funciones esenciales, entre ellas el control de la proliferación celular y el desarrollo embrionario, a recuperar su estructura y, por tanto, su funcionalidad, en caso de que una agresión ambiental, como exceso de calor, falta de Oxígeno, sustancias químicas tóxicas o radicales libres, las desnaturalicen. Rutherford y Lindquist comprobaron que cuando aumentaban la temperatura de embriones de *Drosophila* o alimentaban a las moscas con un producto químico que bloquea la acción de la chaperona Hsp 90 nacían entre un 1% y un 3% de moscas con malformaciones en alas, patas y antenas. Esto les sugiere que *“Hsp 90 sería el primero de estos mecanismos moleculares en ser la base del cambio morfológico drástico, más que los cambios pequeños y progresivos que se sabe ocurren en la evolución, y serviría para explicar la gran descarga de diversidad del periodo Cámbrico: Hsp 90 parece ser una vía rápida para la adaptación”*. Naturalmente, tampoco mencionan a partir de qué antecesores (de que información genética) se pudieron producir las malformaciones llamadas “tubo digestivo”, “ojos”, “caparazones”, etc...

Pero, una vez más, Antonio García Bellido nos ayuda (seguramente sin proponérselo) a rastrear el origen de esos programas embrionarios: *“Se puede afirmar que a lo largo de la evolución lo que ha aumentado asociado a la complejidad, son las regiones reguladoras de los genes. Esto conlleva a un aumento proporcional de genes reguladores sobre genes con funciones celulares básicas. Estos últimos son más del 90% en bacterias y menos del 40% del total en *Drosophila* o en el ratón”*. (G<sup>a</sup> Bellido, 99).

## 7.- *Sobre extinciones y radiaciones*

*"La explosión del Cámbrico constituye uno de los hechos más inexplicables para la Biología evolutiva"*. Esta frase, repetida hasta la saciedad en textos sobre evolución, parece soslayar el hecho de que es, precisamente, el fenómeno fundamental de la evolución animal. Pero también puede dar la impresión de que los siguientes *"hechos fundamentales de la evolución"* (Crick, 81) sí son explicables por la teoría convencional. Lo cierto, sin embargo, es que las súbitas renovaciones de fauna que han dado lugar a las denominaciones de los siguientes grandes períodos geológicos no cuentan con muchos más argumentos explicativos salvo que, obviamente, ya existían antecesores.

Los datos paleontológicos, cada día más abundantes y concluyentes, nos revelan una dinámica de grandes extinciones seguidas de súbitas "radiaciones" de nuevas formas de vida. Como observa T.S. Kemp (99), *"Niveles muy altos de evolución morfológica, ocurren de forma característica a continuación de una extinción masiva"*. Las extinciones en masa más drásticas, inician o finalizan los períodos Precámbrico, Cámbrico, Ordovícico, Devónico, Pérmico, Triásico y Cretácico. La que marca el final del Ordovícico acabó con gran cantidad de formas de braquiópodos y trilobites, pero aparecieron una gran variedad de peces y de plantas de ribera. El Devónico terminó con una gran extinción que afectó a todas las especies animales, que eran sólo marinas, especialmente a ammonites, trilobites, gasterópodos y peces, pero, inmediatamente, a principios del Carbonífero la tierra estaba poblada por una enorme variedad de invertebrados: arañas, escorpiones, caracoles y gusanos, y también los primeros anfibios y reptiles. Las plantas gimnospermas se diversificaron y aumentaron de tamaño. (Para una detallada revisión de la evolución de las plantas, véase *"Botánica y evolución"* de Moreno, 2002 ). El Pérmico, y con él la era Paleozóica, terminó con una gran extinción que eliminó a más del 95% de las especies animales. Pero el Triásico comenzó con una espectacular "radiación" de los reptiles y la aparición de nuevas formas de vida marina, como los corales exacorallarios y las ostras, pero especialmente espectacular fue la aparición de las tortugas, con las que aparece un Orden nuevo de reptiles, los Quelonios, como saben los especialistas, sin el menor rastro de formas intermedias. El final del Triásico contempló dos grandes extinciones separadas por unos 26 millones de años. La primera, aniquiló a la mayor parte de los reptiles terrestres, cuyos pocos supervivientes fueron el origen de la "radiación" de los dinosaurios. La segunda, que señala el inicio del Jurásico, afectó especialmente a la fauna marina, pero dio paso a los pequeños mamíferos. El Cretácico, que comenzó con una nueva extinción que afectó a algunas familias de dinosaurios, invertebrados marinos y plantas gimnospermas, y que también vio aparecer repentinamente a las angiospermas, finalizó con la, ya famosa extinción masiva (que, en términos absolutos, fue menor que muchas otras anteriores), que acabó con los dinosaurios y, con ellos, el Mesozoico. En un período no mayor de cinco millones de años (Kemp, 99), aparecieron los diversos géneros y familias (y algunos más) de los mamíferos actuales.

En conjunto, a gran escala, se puede observar, para los grandes taxones, un proceso que tiene muy poco que ver con la imagen arborescente tradicional. Pero este fenómeno también se manifiesta para los taxones de nivel inferior. Ya en 1983, Williamson realizó un magnífico estudio sobre moluscos fósiles en el lago Turkana, en África oriental. Es uno de los casos con archivos más completos que documentan ininterrumpidamente millones de años de evolución. El estudio de numerosas especies permitió comprobar la existencia de largos períodos de continuidad interrumpidos por apariciones repentinas de nuevas especies. Los fósiles se estratificaban ordenadamente, pero sin fases intermedias. Naturalmente, su trabajo fue duramente criticado por los defensores de la ortodoxia. Pero, más recientemente, Kerr (95), intentó comprobar la especiación gradual en un registro fósil de briozoos que representaba, sin solución de continuidad, más de diez millones de años. Lo que encontró fue exactamente lo contrario: las nuevas especies surgían repentinamente y coexistían con sus predecesoras.

En definitiva, los estudios que permiten una buena documentación fósil revelan fenómenos que se ajustan a la “Teoría de los equilibrios puntuados” propuesta, en 1972 por Eldredge y Gould. (Aquí, quizás sea conveniente “puntualizar” que no es en realidad una teoría sino, dentro de la ya larga tradición de la Biología, una descripción): Las especies aparecen en el registro fósil con una apariencia muy similar a cuando desaparecen. Tras períodos de *estasis*, que pueden durar desde uno a diez millones de años, son sustituidas por una o varias especies hijas que siguen el mismo patrón. Éstas no surgen gradualmente, sino que aparecen de una vez y plenamente formadas. Y esto se ha podido constatar sistemáticamente en estudios a gran escala. (Jackson, 94; Prokoph, 00).

La tradicional excusa de “la imperfección del registro fósil” para justificar la ausencia de formas transicionales (que, por otra parte, deberían ser mucho más numerosas que las teóricas “formas finales”) se ha quedado sin fundamento. Dos recientes trabajos (Foote & Sepkoski, 99, Benton et al., 00), en los que se analiza exhaustivamente el abundante registro fósil con el que contamos en la actualidad, han llegado a la conclusión de que, si bien no es (obviamente) *completo*, sí da una información *adecuada*. “*La estabilidad de largos intervalos de tiempo, y grandes categorías taxonómicas reflejan un adecuado (si bien incompleto) registro fósil*”... “*Las más antiguas partes del registro fósil son claramente incompletas, pero pueden ser consideradas como adecuadas para ilustrar los amplios patrones de la historia de la vida*. (Benton et al.,00). “*Esas medidas son, no obstante, altamente correlacionadas, con significados bastante explicables, y encontramos que el registro fósil es bastante completo en muchos grupos animales*”. (Foote & Sepkoski, 99)

En cuanto a las causas de las extinciones, ya hace tiempo que existen datos que permiten trabajar sobre hechos comprobables. En 1986, Sepkoski y Raup, en un amplio estudio sobre 567 familias de organismos marinos, comprobaron que en los últimos 250 millones de años se han producido extinciones de distintas magnitudes, aproximadamente, cada 26 millones de años. Rampino y Stotterd (84), habían estimado la periodicidad en  $30 \pm 1$  millones de años. Estos fenómenos requieren de algún agente causal desencadenante de algún tipo de crisis ecológica. Pues bien; también existen datos sobre dicho desencadenante: caídas periódicas de meteoritos de tamaño variable. La datación de cráteres de impacto como el de Maniconagan en Canadá, de un diámetro de cerca de 70 km, correspondiente a un asteroide de no menos de 10 km de diámetro, caído hace unos 210 millones de años (final del Triásico), o el de Popigai, en Siberia, de más de 100 km de diámetro y datado en 40 millones de años, o el mas conocido, que marcó el final del Cretácico y que dejó su huella en el Golfo de Méjico, no serían mas que los indicios mas visibles de un fenómeno recurrente y periódico: lluvias de meteoritos de diferentes tamaños producidas por la desestabilización gravitacional de los asteroides situados en la llamada "Nube de Oort", en la periferia del sistema solar. El motivo de esta caídas es, para Rampino y Stoterd, el resultado del movimiento oscilatorio del sistema solar alrededor de la galaxia que, con una periodicidad de, aproximadamente, 67 millones de años, atraviesa el plano galáctico cada  $33 \pm 3$  millones de años. (Hipótesis compartida por Schwartz y James, (84) . Para Raup y Sepkoski, la responsable sería una supuesta estrella enana asociada con el Sol en una órbita excéntrica que atravesaría la Nube de Oort, hipótesis apoyada por Whitmire y Jack, (84), y Davis, Hut y Muller (84). La causa de la periodicidad todavía está en discusión, pero los resultados, es decir, las extinciones periódicas y las dataciones de las huellas de los asteroides ya no son discutibles. Naturalmente, los impactos no tendrían porqué ser siempre de la misma dimensión, y muchos tendrán sus huellas ocultas por la vegetación o la erosión. Lo que sí parece totalmente comprobado es que los casos de grandes caídas han tenido consecuencias catastróficas para los ecosistemas terrestres y marinos.

A esto hay que añadir otro fenómeno, al parecer más irregular, pero también sistemático: las inversiones de los polos magnéticos terrestres, que se producen de modo irregular dos o tres veces cada millón de años, por causas, por el momento desconocidas. El campo magnético, que protege a

la Tierra de las peligrosas radiaciones procedentes del Sol, pierde ese efecto protector durante la inversión, ya que la Magnetosfera (cinturones de Van Allen) se debilita o desaparece, con lo que la Tierra es sometida a un intenso bombardeo de radiaciones.

No se ha comprobado si las inversiones han coincidido siempre con caídas de meteoritos, pero sí se sabe que ocurrió con la que marcó el final del Cretácico, y el origen de los géneros y familias actuales de mamíferos (Erickson, 92). El escenario de ésta aparición excede nuestra capacidad de imaginación: A las catastróficas consecuencias ecológicas del impacto del enorme meteorito, se sumó un drástico descenso de temperatura y un violento bombardeo de radiaciones. El resultado lo describía así el famoso paleontólogo George Gaylord Simpson en 1957, mucho antes de que se conocieran estos datos: *"El mas asombroso acontecimiento en la historia de la vida sobre la Tierra (una vez más), es el cambio que ocurrió del Mesozoico, edad de los reptiles, a la edad de los mamíferos. Parece como si el telón hubiese caído repentinamente sobre un escenario en el que todos los papeles habían sido desempeñados por los reptiles, especialmente los dinosaurios, en un número enorme y con una variedad sorprendente, y se hubiese vuelto a levantar inmediatamente para poner de manifiesto idéntica escenografía, pero con un reparto enteramente distinto"*. (Simpson et al., 57).

La forma en que se tuvo que producir este brusco cambio en el escenario de la vida es tan difícil de "visualizar", que nuestra cultura carece de metáforas para describirla. Pero, desde luego, está claro que toda la gama de morfologías y de nichos ecológicos no se pudo completar, en cinco millones de años, mediante sucesivas especiaciones, y menos si éstas siguen la pauta del equilibrio puntuado (ver Sandín, 97), a partir de unos pequeños mamíferos *"de tipo insectívoro"* que, según está constatado (Archibald et al., 01), fueron los únicos que sobrevivieron a la extinción. Según estos últimos autores: *"La subsecuente diversificación de Órdenes placentarios vivientes entre aquellos grupos superordinales placentarios del Cretácico tardío, no comenzó hasta hace sobre 65 millones de años, después de la extinción de los Dinosaurios"*.

El problema se complica con el hecho de que esta enorme explosión de diversidad, desde murciélagos hasta ballenas, se produjo en un entorno prácticamente vacío, lo que para S.J. Gould (85), significa que: *"Si la mayor parte del tiempo se consume en periodos de recuperación, los modelos competitivos se vienen abajo" /.../ "Sospecho que necesitamos una perspectiva vuelta del revés"*. Pero aún se puede complicar más mediante datos recientes: Dos estudios moleculares independientes (Madson et al., 01 y Murphy et al., 01) realizados sobre 64 especies de mamíferos, utilizando distintos segmentos cromosómicos arrojan unos idénticos y sorprendentes resultados que, según Henry Gee (Nature, 2001), *"rompen los antiguos árboles filogenéticos"*: Los resultados los agrupan en: Afrotheria (mamíferos de origen africano), Laurasiatheria (eurasiáticos), Xenartra (mamíferos de Centro y Sudamérica) y Euarchonta (primates ¡y roedores!). Según Madsen et al., *"Han ocurrido radiaciones adaptativas paralelas dentro de Laurasiatheria y Afrotheria. En cada grupo, hay formas acuáticas, unguladas y tipo insectívoro"*. (Si las llamadas "radiaciones adaptativas" resultan poco menos que un milagro desde la perspectiva del cambio gradual y al azar, la repetición del proceso en paralelo no tiene denominación. Pero dentro de nuestros argumentos, y según qué tipos de genes hayan usado en sus estudios, da mucho que pensar). No obstante, todo tiene explicación (desmentida por el trabajo antes citado): *"Estimamos que Afrotheria y Laurasiatheria divergieron durante el Cretácico temprano, hace unos 111-118 millones de años"*. Este recurso a alargar la historia también lo necesitan los expertos en la evolución de tortugas, aves, murciélagos, ballenas... Lo cierto, es que debe de existir algún fenómeno biológico que justifique, tanto la rápida aparición, como estos "paralelismos" y "convergencias". De hecho, estos autores reconocen otro extraño (y difusamente explicado por la teoría convencional) fenómeno. *"Placentarios y marsupiales sufrieron radiaciones adaptativas paralelas que resultaron en espectaculares casos de convergencia"*. En efecto, las morfologías "ardilla voladora marsupial", "jerbo marsupial", "lobo marsupial"... son "espectaculares", porque la distancia filogenética con sus correspondientes placentarios es mucho mayor que la que hay entre un murciélago y una ballena.



Todos estos hechos requieren la existencia de algún fenómeno material, es decir, susceptible de ser comprobado, y que sea capaz de explicarlos. Y ya sabemos que esos fenómenos existen: Ronshaugen et al., (02), han comprobado que la transición morfológica producida hace 400 millones de años *"cuando los insectos exápodos divergieron de antecesores artrópodos tipo crustáceo con múltiples patas"*, está producida por la supresión de extremidades torácicas durante la embriogénesis por medio de proteínas reguladoras Hox. *"Estudios previos nos llevan a proponer que la ganancia o pérdida de activación transcripcional y funciones de represión en proteínas Hox, ha sido un mecanismo plausible de diversificación morfológica durante la evolución animal"*. Aunque este fenómeno es denominado por los autores "mutación", lo cierto es que se trata de una reorganización genómica con "ganancia o pérdida" de activación, con un resultado concreto y viable que, por cierto, seguramente no afectaría sólo al número de extremidades.

Es decir, existen datos científicos que nos informan de que las remodelaciones bruscas se pueden producir (se tienen que producir) mediante cambios en la embriogénesis que afectan a un conjunto de órganos (Ver, además Kondo et al.,97 *"On fingers, toes and penises"*). El problema que resta es: ¿En un solo individuo?. También tenemos datos materiales que permiten responder a esta pregunta: Sabemos que, tanto los elementos móviles como los virus endógenos se activan bajo condiciones de estrés ambiental, que pueden ser desde radiaciones ultravioleta hasta falta de nutrientes (Genome directory, 00; Grandbastien, 98; Gauntt y Tracy, 95). También sabemos que, tanto los virus endógenos, como ciertos elementos móviles, pueden reconstruir su cápsida e infectar otros individuos (Ter-Grigorov,97; Kim et al., 94). Y también, que hay retrovirus cuyas proteínas (es decir, no "capturadas") están implicadas directamente en el control de la proliferación celular en el desarrollo embrionario de distintos tejidos y órganos (Dnig y Lipshitz,94; Boyer 99,) y en la aparición de nuevas funciones interrelacionadas, de imposible adquisición a partir del material genético previamente existente (Sandín, 95), como es la placentación (Sha Mi et al., 00). En definitiva, tenemos datos materiales, no especulaciones, asunciones o creencias, que nos permitirán, antes o después, comprender estos fenómenos que, para cada especialista son excepcionales.

Pero, para ello, habrá que asumir que serán mas difíciles de "visualizar" que las variaciones de los animales domésticos. Porque también tenemos datos que indican que, necesariamente, estas grandes remodelaciones afectan simultáneamente a ecosistemas enteros, que es lo que nos indican esas misteriosas "radiaciones adaptativas paralelas", y lo que Niles Eldredge (97) encuentra realmente en el registro fósil: *"Tanto las entidades ecológicas y genealógicas como los eventos y procesos están implicados en el proceso de la evolución. Todas las entidades parecen ser individuos estables. Están jerárquicamente ordenadas. Existen procesos intrínsecos a cada nivel que no son reducibles a niveles más bajos (o subsumidos por los niveles más altos)"*. Es decir, lo que nos muestra el registro fósil es que la propia complejidad y dinámica de los ecosistemas implica, necesariamente, un cambio en conjunto (lo que se conoce como un fenómeno ocasional: la coevolución). Y esto es así, tanto para las extinciones como para las recuperaciones (Scheffer et al., 01).

En definitiva, disponemos de datos, estamos comenzando a disponer de modelos conceptuales susceptibles de acercarnos, cada vez más a la inimaginable complejidad de los fenómenos biológicos, pero carecemos de metáforas para describirlos, porque quizás no se parezcan a nada que conozcamos.

## 8.- *Sobre evolución y adaptación.*

Llegados a este punto, quizás sea conveniente discutir otro legado del vocabulario de la vieja Biología: el concepto o, más bien, la confusión, de adaptación igual a evolución. El cambio de un medio al que una organización morfológica y fisiológica está perfectamente adaptada a otro al que no lo está, por ejemplo de medio acuático a medio terrestre, o de éste a vuelo, implica unas amplias y simultáneas remodelaciones en caracteres que son interdependientes (Sandín, 95), es decir, la condición tetrápodo no es una adaptación progresiva y al azar al medio terrestre ( Véase Kondo et al., 97) al igual que el vuelo, que ha surgido en insectos, reptiles, aves y mamíferos, no es una “adaptación aleatoria al aire”, porque igual que existe un complejo Hox que significa “extremidades de tetrápodo” existe otro que significa “alas”. En este contexto las “*mutaciones clásicas en las regiones que codifican para proteínas deben haber sido de escasa relevancia inmediata para la evolución morfológica*” (García Bellido, 99). La adaptación tiene un sentido real totalmente opuesto a la evolución (Young, 73). En realidad, lo que significa es un aferramiento al medio, un ajuste (a veces tan sutil y tan perfecto que los mismos darwinistas usan con frecuencia terminología lamarckiana para describirlos), en todo caso posterior, tras la remodelación evolutiva. ¿Habremos encontrado un lugar (aunque sea secundario) para las “mutaciones al azar”? Desgraciadamente para los defensores del “chapucero” azar , parece que tampoco. Como saben los biólogos celulares, las proteínas funcionales no son combinaciones cualesquiera de aminoácidos, y no parece razonable pensar que sus propiedades, y sus interacciones en la célula sean el resultado de reacciones químicas establecidas al azar que puedan ser cambiadas o sustituidas por otras proteínas surgidas por error.

Pero sí existe otro mecanismo de adaptación (de repuesta al ambiente) inherente a la interacción ADN-ARN-proteínas: “*En eucariotas, los eventos de procesamiento de ARN, incluyendo splicing alternativo y edición de ARN pueden generar muchos mensajes diferentes de un gen simple, y como consecuencia, el pool de ARN, al que nos referimos como el “ribotipo” tendrá diferente contenido de información del genotipo y puede variar según cambien las circunstancias*” (Herbert y Rich, 99). Posteriormente, mediante retrotranscripción por la transcriptasa inversa (cuyo origen ya nos puede resultar menos misterioso que a la Genética tradicional), esta nueva información es integrada en el genoma en forma de los llamados *retrogenes* y *retropseudogenes*, cuyas funciones reguladoras han sido constatadas (Brosius, 99). Las “mutaciones epigenéticas” como fuente de variación genotípica de respuesta al ambiente, han sido ampliamente documentadas (Jablonka y Lamb, 95; Whitelaw y Martin, 01). Lo que no ha podido ser constatado experimentalmente es la forma en que estas “mutaciones” somáticas pueden llegar a la línea germinal.

Pero ya hace tiempo (20 años) que Edward Steele, (“Somatic Selection and Adaptive Evolution”, 1979) está proponiendo un mecanismo que explique la “herencia de la memoria inmunitaria”: El sistema inmunitario, cuyo mecanismo de producción de diferentes módulos de anticuerpos combinables para responder a nuevas y distintas moléculas ya es un claro indicio de una predisposición de una capacidad de reacción ante algo nuevo, es explicado convencionalmente como una generación aleatoria en que la selección natural “decide” cual es el adecuado, lo que, teniendo en cuenta la clara especificidad antigénica, equivale a explicar, por medio de las queridas metáforas, que para la instalación del sistema de agua corriente en la construcción de una casa, la elección de un fontanero entre electricistas, carpinteros y albañiles la realiza la selección natural (¡naturalmente!). Lo cierto es que la constatable herencia de esta respuesta requiere de un “vehículo” capaz de transportar la información genética de la línea somática (linfocitos) a la germinal. Para Steele (98), los abundantes retrovirus endógenos producidos por los linfocitos, cuando son estimulados por contacto con antígenos, actuarían de “lanzaderas de genes” transportando las regiones V “mutadas” a las células germinales . Opinión compartida por otros autores (Barth, Baltimore y Weissman, 94). Pero el proceso, seguramente, va más allá. Si tenemos en cuenta el origen de los genomas y qué elementos están implicados en la retrotransposición, lo que transportarían los retrovirus no serían genes “capturados”, sino su propia secuencia de genes ( Sandín, 95, 98,). Esto explicaría el porqué en ratones sometidos a estrés inmunitario, sus linfocitos

*“emiten partículas retrovirales “like-AIDS” con capacidad de infección, tanto vertical como horizontal” (Ter-Grigorov et al. 97).*

Evidentemente, los sucesos de transmisión de mutaciones epigenéticas desde la vía somática a la germinal como mecanismo de adaptación no deben ser muy habituales, pero el hecho de que existan en la segunda un considerable número de retrogenes y retropseudogenes activos (Brosius, 99), indica claramente que ha ocurrido. Y este proceso sería tanto más plausible si fueran retrotransposones con su capacidad de respuesta al ambiente los directamente implicados en las mutaciones epigenéticas (Whitelaw y Martin, 2001), en casos de disturbios ecológicos, o de una presión ambiental nueva, *“...Porque cualesquiera que puedan ser las circunstancias, no operan directamente sobre la forma y sobre la organización de los animales ninguna modificación. Pero grandes cambios en las circunstancias producen en los animales grandes cambios en sus necesidades, y tales cambios en ellos los producen necesariamente en las acciones. Luego, si las nuevas necesidades llegan a ser constantes o muy duraderas, los animales adquieren entonces nuevos hábitos, que son tan durables como las necesidades que los han hecho nacer”*(Lamarck, J.B., 1809).

## UN LARGO CAMINO POR RECORRER

*“La teoría de la evolución por selección natural es tan simple y, aparentemente, tan convincente que, una vez que la has asumido, te sientes en posesión de una verdad universal”.* Esta frase de B.Goodwin (99) en su libro *“Las manchas del leopardo”*, una lúcida crítica a las simplificaciones del darwinismo, es una muy buena descripción del curioso mecanismo psicológico que hace que una supuesta explicación (en realidad una especulación) sobre cómo han tenido que ocurrir los hechos se haya convertido en un dogma. No importa que no sea coherente con los datos, es decir, no con algunos datos, sino con todos los datos fundamentales que tenemos sobre la evolución (porque es contradictoria con lo que nos revela el registro fósil, la embriología, la genética molecular, la bioquímica...). *“Sabemos”* cómo ha tenido que ser, lo cual satisface nuestra vanidad intelectual (y, posiblemente, mitiga nuestros temores).

La ventaja práctica de las creencias sobre las teorías científicas es que no son susceptibles (ni lo necesitan) a la demostración. No son sucesos repetibles ni sometibles al “criterio de falsación”. Y el darwinismo no es una teoría, porque es un relato de sucesos al azar. Una narración contingente en la que caben todos los datos o fenómenos, incluidos los excepcionales, porque es evidente que finalmente los individuos que sobreviven es porque son los “más aptos”, es decir, los capaces de sobrevivir.

Parece que los biólogos tenemos un largo camino por delante hasta que consigamos desprendernos del lastre que constituyen los viejos conceptos (o prejuicios) que conforman una visión de la vida basada en una competencia sin fin, donde no hay sitio para los perdedores. Pero no va a ser fácil, dado el profundo arraigo de esta forma de pensamiento que se ha impuesto, prácticamente, en todos los ámbitos de la actividad humana de los países llamados “civilizados”. El darwinismo se nos inculca en nuestra formación. Desde la escuela, los conceptos darwinistas forman parte del vocabulario de la Biología, y la evolución significa cambio al azar dirigido por la implacable selección natural. Los evolucionistas previos a Darwin, incluida la sólida escuela francesa, no existieron. Simplemente, evolución es darwinismo. Pero también está sustentado por unas profundas raíces culturales: tanto *“El origen de las especies por Selección Natural o el mantenimiento de las razas favorecidas en la lucha por la existencia”* como *“El origen del hombre y su variación, en relación con el sexo”* son un claro reflejo de la visión victoriana del mundo del siglo XIX (Sandín 99). B.Goodwin (99) en su crítica al darwinismo desde su propio contexto cultural, pone de manifiesto, de un modo difícilmente discutible, el marcado paralelismo entre sus

conceptos centrales y los valores calvinistas, que por otra parte, como expuso Max Weber ("*La ética protestante y el origen del capitalismo*" 1994) están en las raíces del modelo económico y social del libre mercado y la libre competencia que se ha impuesto en el mundo. Como todos sabemos, sin competencia no hay "progreso". Con estos axiomas, se nos bombardea sistemáticamente desde los medios de comunicación, tanto en las informaciones-explicaciones sobre la evolución del mercado, como en las noticias y documentales científicos, en los que las autoridades científicas y los divulgadores "reconocidos", es decir, ortodoxos, y por tanto darwinistas, tienen un importante papel. Y las explicaciones darwinistas son, dentro de todo este contexto, muy fáciles de asumir.

En el ámbito académico todos estos condicionantes se acentúan, porque a este entorno social, en el que los científicos forzosamente están inmersos, se añade un "adiestramiento" (Feyerabend,89) en la visión darwinista de la naturaleza y cualquier intento de crítica al darwinismo ( y no hablemos de propuestas alternativas) es acogido con auténtica indignación. El mandato de la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia (99) según el cual: "*El pensamiento científico consiste, esencialmente, en saber examinar los problemas desde diferentes ángulos, y en investigar las explicaciones de los fenómenos naturales y esenciales, sometiéndolos constantemente a un análisis crítico*", no resulta fácil de seguir, al menos por el momento, en las facultades de Biología.

Por todo ello, los argumentos, y las conclusiones (naturalmente, provisionales) derivadas de ellas, que siguen a continuación no cuentan probablemente con un sustrato propenso a una acogida favorable. Precisamente por ello, esta falta de expectativas hace posible tomarse la libertad de someterlas a la valoración del lector, por si alguna de ellas, en algún momento, pudiera resultar digna de consideración.

La rápida aparición de la vida sobre la Tierra en forma de bacterias con sus prodigiosas capacidades de supervivencia, en unas condiciones ambientales totalmente incompatibles con la vida tal como la conocemos, hace absurda la extrapolación de un supuesto mecanismo evolutivo basado en la observación de organismos y procesos biológicos actuales a unas condiciones en las que estos organismos y estos procesos no podrían existir. La supuesta evolución gradual, individual y al azar de la enorme complejidad y de las especiales y distintivas características de los "Reinos" Archaea y Eubacteria en un corto tiempo a partir de un supuesto "Último antecesor común universal" (LUCA) es una construcción artificial que responde a la necesidad de atribuir al origen de la vida un carácter único y aleatorio. Las capacidades de las bacterias, su clara disposición para vivir en condiciones muy extremas y muy concretas, y los complicados mecanismos biológicos necesarios para ello, hacen inverosímil la calificación de "procesos químicos aparecidos por mutaciones al azar".

Primera conclusión: La vida es un fenómeno inherente al universo. No es un fenómeno aleatorio y único y es capaz de prosperar donde las condiciones sean adecuadas. En cuanto a la "aparición" del Reino Eucariota, cuyo origen, que se puede admitir como demostrado, es totalmente incompatible con el mecanismo evolutivo convencional, los datos de que disponemos nos informan de la extremada conservación de los procesos biológicos fundamentales. Si los cambios genéticos fueran aleatorios, los organismos actuales tendrían muy poco que ver genéticamente con los primeros seres vivos que habitaron la Tierra. Lo mismo se puede deducir de los procesos implicados en la "Explosión del Cámbrico". El hecho de que los sistemas genes/proteínas responsables de la generación de tejidos y órganos estén "conservados desde el origen" y que la misma secuencia genética que hace 550 millones de años era responsable del desarrollo de los ojos de artrópodos sea la que dirige la formación de nuestros ojos tan diferentes, implica que su significado va más allá de

su traducción en términos biológicos. Implica que contienen el concepto ojo (o extremidades, o alas...).

La responsabilidad de los transposones en las inserciones y deleciones y de los retrotransposones en las duplicaciones, éstas últimas causantes de las secuencias repetidas en tandem que constituyen las secuencias Hox, y su, ya evidente, origen viral, nos dirige, inevitablemente a los virus (también de origen desconocido) como el “cuarto dominio” capaz de aportar los genes coordinadores del desarrollo embrionario. Esta hipótesis (Sandín, 95, 97, 98) cada día más reforzada por los descubrimientos de secuencias virales en distintos procesos embrionarios y fisiológicos normales, implica que la información genética contenida en los virus, también tendría un contenido biológico concreto y específico, es decir, un significado.

*Segunda conclusión:* El lenguaje de la vida es preciso y definido. Es decir, no es el resultado más o menos aleatorio de interacciones moleculares que pudieran tener otros componentes, sino que tienen unas propiedades concretas derivadas de las de sus especialísimas unidades constitutivas. En otras palabras: la vida sólo puede ser como es, tanto en sus limitaciones como en su creatividad.

La forma en que ha evolucionado la vida (es decir, no los procesos microevolutivos o demográficos) deriva forzosamente de estas características. Las bruscas remodelaciones morfológicas que nos revela el registro fósil y las adquisiciones de nuevas morfologías o capacidades sólo pueden ser explicadas bajo el prisma de la actuación integrada de estos sistemas con contenido biológico concreto. Dada la extremada conservación del funcionamiento de todos los procesos biológicos, y su estrecha interdependencia en los organismos, resulta absurdo pensar que las mutaciones (desorganizaciones) “aleatorias” sean la fuente de estas complicadas remodelaciones que afectan a todo el organismo. Igualmente, las sofisticadas adaptaciones posteriores a las grandes remodelaciones, difícilmente se pueden atribuir a “errores” de la compleja maquinaria genética, sino a la plasticidad de los genomas y a la capacidad de la respuesta al ambiente, no aleatoria, de sus unidades constituyentes (ADN, ARN y proteínas). La evolución (el cambio de organización) pues, se produce por Integración de Sistemas Complejos (Sandín, 97), que se organizan en sistemas de mayor complejidad. Es decir, es un fenómeno de cooperación entre distintas unidades, de modo que el todo es mayor que la suma de sus partes, característica que se puede aplicar a todos los fenómenos biológicos, desde la célula a los tejidos y órganos, desde los individuos a los ecosistemas, desde la Tierra al Universo.

*Tercera conclusión:* La tendencia a una mayor complejidad es inherente a la vida. Su constitución en unidades que forman sistemas complejos con demostrada capacidad para integrarse en sistemas con nuevas propiedades, revela una tendencia (la denostada concepción teleológica) hacia una mayor complejidad, de la que el cerebro humano es (por el momento) su máximo exponente.

Estas reorganizaciones, tanto genéticas, como orgánicas, como ecológicas, no son ni graduales ni aleatorias, como se deriva de la observación del registro fósil y de sus propiedades como sistemas determinados estructuralmente. Es decir, el cambio, producido necesariamente durante la morfogénesis, ha de ser brusco, lo que requiere que se produzca simultáneamente en un número suficiente de individuos para hacer posible su reproducción.

*Cuarta conclusión:* Habría que replantearse, incluso, la aplicación del término “evolución” para designar este cambio. En efecto, el significado de “evolución” es “*Acción de desarrollarse o de transformarse las cosas pasando gradualmente de un estado a otro*”. A la luz de los datos

existentes, el término *Transformación* empleado por Lamarck describe mas adecuadamente el proceso de cambio orgánico.

Es posible que tanto los argumentos como las conclusiones aquí expuestas puedan resultar interpretaciones (o especulaciones) parcial o totalmente erróneas (para muchos, seguro que descabelladas). Los fenómenos que conforman la vida son de tan abrumadora complejidad que desbordan nuestra capacidad de análisis, mediante los esquemas lineales y reduccionistas a que estamos acostumbrados los biólogos. Tal vez (como sugiere Philip Ball) tengamos que recurrir a conceptos desarrollados en otras disciplinas científicas; a teorías de sistemas, a procesos no lineales, redes de información... Pero sin perder de vista las especiales características de estos sistemas vivos capaces de reproducirse y de interactuar con otros, es decir, cuidando de que las interpretaciones no se conviertan, de nuevo, en metáforas.

En cualquier caso, parece claro que a la nueva Biología le queda un largo camino por recorrer. Los recientes descubrimientos han sacado a la luz nuestra enorme ignorancia sobre los procesos biológicos más básicos. Los avances en el estudio del Proteoma están poniendo de manifiesto fenómenos que desbordan las previsiones más pesimistas, porque ponen de manifiesto lo lejos que estamos de entender los mecanismos de control de la mayoría de las funciones celulares. Dos numerosos equipos (Gavin, A.C. et al, 02 y Ho, Y. et al. 02) están estudiando los patrones de interacción entre las proteínas celulares y han encontrado que alrededor del 85% de las proteínas se asocian con otras para realizar sus funciones, en un número de al menos 96 “asociadas”. Cada combinación determina sus estructuras y funciones características (esta capacidad de combinación es seguramente la causa de la confusión en las estimaciones del número de proteínas celulares, que según las fuentes, pueden variar entre más de 30.000 y 250.000). Según los autores “*La célula está organizada en una forma para la que no estamos preparados*”. El modo “tradicional” de trabajar consistía en la identificación de las proteínas y la determinación de sus interacciones una a una. El utilizado aquí consiste en el uso de marcadores que permiten aislar los complejos, e identificar a sus miembros por espectrometría de masas. “*Pero el método todavía arroja falsas interacciones*”. Los investigadores intentan conseguir descifrar las reglas que gobiernan las interacciones entre proteínas (si las hay), pero reconocen que el proceso “*desafía la imaginación*”(H. Pearson, Nature Science Update 10-1-2002).

Pero esto es solamente una parte del trabajo. Queda por descifrar completamente el genoma (incluida la función del llamado ADN “basura” y la identificación y caracterización de los elementos móviles y virus endógenos) y el transcriptoma (conjunto de ARNm que una célula produce en un momento dado), las interacciones entre todos ellos y, sobre todo, la influencia del ambiente en estas interacciones.

Lo que sí resulta cada día más claro, a medida que mejoran los métodos de estudio es que la arraigada concepción reduccionista y lineal de los procesos y fenómenos biológicos, heredada de la suma de simplificaciones darwinista-mendeliana, no es sólo una visión parcial. Ni siquiera vacía (en terminología de H.Gee), sino una auténtica deformación constituida por medias verdades (que, a menudo, son más engañosas que las mentiras) e interpretaciones antropocentristas (para ser más exactos, etnocentristas), cuyo mismo vocabulario no es más que una proyección de unos determinados valores o prejuicios culturales y sociales sobre los procesos naturales, que lleva a convertir fenómenos ocasionales o intrascendentes en fundamentales.

En el primer aspecto, muchas de las observaciones (en realidad interpretaciones) indirectas de resultados finales o de pasos intermedios “detenidos” para su observación o realizadas en condiciones artificiales, han mostrado que ocultaban una complejidad y una plasticidad en sus condiciones naturales que “desafían la imaginación”, pero sobre todo nuestras más sólidas

convicciones: El ADN no es autorreplicable\_en sí mismo. Sólo lo puede hacer mediante las complejas interacciones de, a su vez, complejísimas y muy específicas proteínas. No existe una relación simple entre el “mensaje” codificado en el ADN y los productos derivados de él, porque el proceso de “edición de ARN” introduce un importante factor dependiente del contexto ambiental en el sentido más amplio. Tampoco contiene la capacidad de su propia interpretación, especialmente a la hora de construir un organismo, porque esta capacidad está integrada en el citoplasma del huevo fertilizado.

En cuanto al segundo aspecto, la concepción individualista de los fenómenos biológicos, en la que todos compiten contra todos (las moléculas, los genes, los individuos, los grupos o las poblaciones) en una “carrera armamentística” sin fin, en la que el resultado es el triunfo de los “más aptos” seleccionados entre los perdedores por el implacable ambiente, se ha revelado como una pobre caricatura de un determinado modo de ver la sociedad humana. Tanto la vida como su historia, se desarrolla en un contexto ecológico, lo que implica que la supuesta “evolución” de una especie es, en realidad, “coevolución”, porque hasta en el más elemental (que no simple) proceso de los sistemas vivos, desde la actividad celular y la diferenciación de tejidos, hasta las relaciones entre los organismos, poblaciones o ecosistemas, están involucradas complejas redes de procesamiento y comunicación de información y una estrecha (e imprescindible) interdependencia, en el más estricto y material sentido, en el que están relacionados tanto factores bióticos como abióticos, que, en definitiva, disuelven la frontera organismo-entorno.

Los nuevos datos están descubriendo una Naturaleza que resulta de unas características y un significado radicalmente opuestos a los de la vieja Biología: de cooperación frente a competencia, de comunidades (sistemas) frente a individuos, de integración en el ambiente frente a lucha contra él, de procesos explicables científicamente frente al absurdo azar sin sentido. Desde luego son, posiblemente, interpretaciones difíciles de compaginar con los valores dominantes (que parafraseando a Bertoldt Brecht, suelen ser los valores de los que dominan), y requieren unos métodos de análisis y unos conceptos más complejos que los heredados de la rancia e hipócrita visión malthusiana de “la lucha por la vida”, concebida desde la óptica de los vencedores. Pero están basadas en observaciones y conceptos científicos, no en convicciones o metáforas, y cuentan, en la actualidad, con una creciente aportación de nuevos enfoques desde la perspectiva de la complejidad y fenómenos no lineales, provenientes de disciplinas cuyas bases teóricas han profundizado en la descripción y la comprensión de los fenómenos naturales hasta un extremo inconcebible para la mentalidad social (incluso científica) del siglo XIX, en las que permanece anclada la base de la Biología.

Científicos como Ilya Prigogine, Stuart Kauffman, Varela y Maturana L. Margullis, M. Behe o B. Goodwin, están mostrando desde distintos campos de estudio, la manifiesta incompatibilidad de los procesos químicos, físicos, genéticos, matemáticos, bioquímicos o ecológicos, con la visión reduccionista y lineal de la vieja Biología. La puesta en común, la integración de estas diferentes perspectivas puede conseguir, finalmente, dotar a la Nueva Biología de una base teórica realmente científica. Será, sin duda, una ardua tarea, como lo será la necesaria revisión de tantas interpretaciones admitidas como “verdades científicas” que figuran en los textos científicos y didácticos y que están basadas en observaciones, experimentos o modelos con poca (o ninguna) relación con su verdadero funcionamiento en la Naturaleza.

En definitiva, se trata, nada menos, que de rehacer la Biología. Pero, en este largo camino, parece necesaria una profunda reflexión sobre la necesidad de eliminar del vocabulario científico, de una vez por todas, los términos que, lo que contienen en realidad, son valores o prejuicios que están tan fuertemente arraigados en nuestro entorno social y cultural que resulta impensable imaginar otra posible explicación.

Tal vez sea imposible desligar totalmente las interpretaciones de la realidad del sustrato histórico, cultural y social del que proceden. Pero, si esto es así, también hay que considerar que unos determinados valores culturales pueden ser los dominantes en una época, pero nunca son los únicos. Afortunadamente, en todas las sociedades siempre han existido diferencias en la interpretación de la realidad, caracterizadas por distintas dosis de agudeza o de sensibilidad. En una misma cultura han dominado los valores de Adam Smith o Thomas Malthus, pero también han existido Oscar Wilde o Patrick Mathew. Han triunfado las tesis de Herbert Spencer, pero también han resistido pensadores como George Bernard Shaw: *“El darwinismo proclamó que nuestra verdadera relación es de competidores y combatientes por la mera sobrevivencia, y que todo acto de compasión o lealtad al antiguo compañerismo es una vana y pícara alternativa para amenguar la severidad de la lucha y preservar variedades inferiores frente a los esfuerzos de la Naturaleza para extirparlas/ ... /cuando se predicaba la doctrina neodarwiniana yo no intentaba ocultar mi desdén intelectual hacia su ciega torpeza y su superficialidad lógica, ni mi natural aborrecimiento de lo que tiene de asqueantemente inhumana/ .../porque la selección natural carece de significación moral: trata de la parte de la evolución que carece de propósito y de inteligencia y a la que mejor se le podría llamar selección accidental y, aún mejor, Selección No Natural, pues nada hay menos natural que un accidente. Si se pudiera demostrar que todo el Universo es producto de una selección así, sólo los tontos y los granujas podrían soportar la vida”*.

AGRADECIMIENTOS: A mi colega María Sandín, por su desinteresada (¡y tanto!) colaboración. A Félix Martínez, por su apoyo "a distancia" y, muy especialmente, a Juan; un verdadero amigo.

## BIBLIOGRAFÍA

ADAMI, Ch. OFRIA, Ch. y COLLIER, T.C. 2000. Evolution of biological complexity. PNAS, VOL. 97. Nº 9, 4463-4468.

ARAVIND, L. y SUBRAMANIAM, G. 1999. Origin of multicellular eukariotes – insights from proteome comparisons. Current Opinion in Genetics & Development, 9: 688-694.

ARCHIBALD, J.D., AVERIANOV, A.O. y EKDALE, E.G. 2001. Late cretaceous relatives of rabbits, rodents, and other extant eutherian mammals. Nature, 414: 62-65.

AUXOLABEHERE, D. 1992: L'élément transposable P en Drosophila melanogaster: Un transfer horizontal. C. R. Soc. Biol. 186: 641.

AYALA, F.J. 1999. La teoría de la evolución. De Darwin a los últimos avances de la genética. Temas de hoy. Madrid.



ARSUAGA, J.L. 2001. El enigma de la esfinge. Las causas, el curso y el propósito de la evolución. Plaza Janés. Barcelona.

BALL, P. 2001. Ideas for a new biology. Nature science update. 12 Feb.

BALL, P. 2001. La turbulenta infancia de la Tierra no impidió la aparición de la vida. Nature science update. 3 Oct. (Trad. El País).

BARRENO, E. 1999. Russian biologists and the role of Symbiosis in Evolution. International Lichenological Newsletter. Vol. 32, N° 1.

BENOIST, Ch. y MATHIS, D. 1997. Retrovirus as trigger, precipitator or marker?. Nature, Vol. 388: 833-834.

BEHE, M.J. 1999. La caja negra de Darwin. El reto de la bioquímica a la evolución. Editorial Andrés Bello. Barcelona.

BENTON, M.J., WILLS, M.A. y HITCHIN, R. 2000. Quality of the fossil record through time. Nature, 403: 535-537.

BOYD, R. y SILK, J.B. 2001: Cómo evolucionaron los humanos. Ariel Ciencia. Barcelona.

BOYER, T., et al., 1999. Mammalian Srb/Mediator complex is targeted by adenovirus E1A protein. Nature, 399: 276-279.

BROMHAN, L. 2002. The human zoo: endogenous retroviruses in the human genome. Trends in ecology & Evolution. Vol. 17 N° 2:91-97.

BROSIUS, J. y GOULD, S.J. 1992. On "Genomenclature": a comprehensive (and respectful) taxonomy for pseudogenes and other "Junk DNA". PNAS, 89: 10706-10710.

BROSIUS, J. 1999. RNAs from all categories generate retrosequences that may be exapted as novel genes or regulatory elements. Gene, 238. 115-134.

CHYBA, C.F. y PHILLIPS, C. 2001. Possible ecosystems and the search for life on Europa. PNAS, 3: 801-804.

CRICK, F. 1981: Life itself. Oxford University Press.

DAVIS, M., HUT, P. y MULLER, R.A. 1984. Extinction of species by periodic comet

showers. *Nature*, 308: 715-717.

DAWKINS R. 1993 : El gen egoísta. Biblioteca Científica Salvat.

DECLARACIÓN SOBRE LA CIENCIA Y LA UTILIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO (Conferencia Mundial sobre la Ciencia). 1999. Budapest. En Encuentros Multidisciplinares, Vol. I, N° 2. 1999.

De DUVE. C. 1995. *Vital dust. Life as a Cosmic Imperative*. Basic Books. Harper Collins. NY.

DNIG, D. y LIPSHITZ, H.D. 1994. Spatially regulated expression of retrovirus-like transposons during *Drosophila melanogaster* embryogenesis. *Genetical Research*, 64: 3

DOOLITTLE, W. F. 2000. Nuevo árbol de la vida. *Investigación y Ciencia*. Abril. 26-32.

ELDREDGE, N. y GOULD, S.J. 1972. *Models in Paleobiology*. T.J.M. Schopf (ed.) W.M. Freeman.

ELDREDGE, N. 1997. *Síntesis inacabada*. Fondo de cultura económica. México.

EPISKOPOU, V. et al. 2001. Induction of the mammalian node requires Arkadia function in the extraembryonic lineages. *Nature*, 410: 825-830.

FEYERABEND, P.K. 1989. *Contra el método*. Ariel, Barcelona.

FOOTE, M. y SEPKOSKI, J.J. 1999. Absolute measures of the completeness of the fossil record. *Nature*, 398: 415-417.

FORTERRE, P. 2001. El origen del genoma. *Mundo científico*. N° 219.

FUHRMAN, J. A. 1999. Marine viruses and their biogeochemical and ecological effects. *Nature*, 399: 541-548.

GALEANO, E. 1998. *Patas arriba. La escuela del mundo al revés*. Siglo XXI de España Editores.

GALITSKI, T. y ROTH, J.R. 1995. Evidence that F plasmid transfer replication underlies apparent adaptive mutation. *Science*, 268: 421-423.

GARCÍA BELLIDO, A. 1999. Los genes del Cámbrico. Rev.R.Acad.Cienc.Exact.Fis.Nat. (Esp). Vol. 93, N°4: 511-528.

GARCÍA et al., 1995 High copy number of highly similar mariner-like transposons in planarian (Platyelminthe) evidence for a trans-phyla horizontal transfer. Molecular Biology and Evolution, 12: 3.

GAUNT, Ch. y TRACY, S. 1995. Deficient diet evokes nasty heart virus. Nature Medicine, 1 (5): 405-406.

GAVIN, A.C. et al., 2002. Functional organization of the yeast proteome by systematic analysis of protein complexes. Nature, 415: 141-147.

GESTELAND, R.F. y ATKINS, J.F. 1993. The RNA World. Cold Spring Harbor Laboratory Press.

GEE, H. 2000. Of Goethe, genomes an how babies are made. Nature science update. 10 Feb.

GEE, H. 2001. Life but not as we know it. Nature science update.

GEE, H. 2001. Evolution: Shaking the family tree. Nature science update. 1 Feb.

GOODWIN, B. 1999. Las manchas del leopardo: La evolución de la complejidad. Tusquets. Barcelona.

GOULD, S.J. 1985. La sonrisa del flamenco. H. Blume Editores. Madrid.

GOULD, S.J. 1999. La grandeza de la vida. Crítica. Grigalbo Mondadori. Barcelona.

GUPTA, R. S. 2000. The natural evolutionary relationships among prokaryotes. Crit. Rev. Microbiol. 26: 111-131.

HERBERT, A. y RICH, A. 1999. RNA processing and the evolution of eukaryotes. Nature Genetics, Vol 21: 265-269.

HO, Y, et al., 2002. Systematic identification of protein complexes in Saccharomyces cerevisiae by mass spectrometry. Nature, 415: 180-183.

JABLONKA, E. y LAMB, M.J. 1995. Epigenetic Inheritance and Evolution. The

Lamarckian Dimension. Oxford University Press.

JACKSON, J.B. 1994. Constancy and change of life in the sea. PHIL. Trans. R. Soc. Lond. B. 344: 55-60.

KEMP, T.S. 1999. Fossils and Evolution. Oxford University Press.

KERR, R. A. 1995. Did Darwin get it All Right? Science. 267: 1421.

KIRSCHVINK, J. et al., 2000. Paleoproterozoic snowball Earth: Extreme climatic and geochemical global change and its biological consequences. PNAS, Vol. 97, N° 4: 1400-1405.

KONDO, T. et al., 1997. On fingers, toes and penises. Nature, 390: 29

LIÑÁN, E. y GÁMEZ-VINTANED, J.A. 1999. La radiación cámbrica: ¿Explosión de biodiversidad o de fosilización?. Bol. S.E.A., N° 26: 133-143.

LAMARCK, J.B. 1809. Filosofía zoológica. Edición facsímil de Editorial Alta Fulla (1986). Barcelona.

MADSEN, O. et al., 2001. Parallel adaptative radiations in two major clades of placental mammals. Nature, 409: 610-614.

MARGULIS, L. y SAGAN, D. 1995. What is life?. Simon & Schuster. New York, London.

McDONALD, J.F. 1983. The molecular basis of adaptation. Annual Review of Ecology and Systematics, 19, 397.

MIKLOS, G.L.G. 1993. Emergence of organizational complexities during metazoan evolution: Perspectives from molecular biology, paleontology and neodarwinism. Memoirs of the Association of Australasian Paleontologist, 15, 28.

MIVART, St. G. 1871. On the génesis of species. Macmillan & Co., Londres.

MORATA, G. 1999. Biología Molecular, desarrollo y Evolución del Reino Animal. Origen y Evolución. Fundación Marcelino Botín. Santander.

MORRIS, S. C. 2000. The Cambrian "explosion": Slow-fuse or megatonnage?. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. Vol. 97, Issue 9, 4426-4429.

MURPHY, W.J. et al., 2001. Molecular phylogenetics and the origin of placental mammals. *Nature*, 409: 614-618.

OOSUMI, T., BELKNAP, W.R. y GARLICK, B. 1995. Mariner transposons in humans. *Nature*, 378: 672.

PATIENCE, C., WILKINSON, D.A. y WEISS, R. 1997. Our retroviral heritage. *Trends Genet.* 13: 116-120.

PEARSON, H. 2002. Proteome reveals promiscuity. *Nature Science Update*, 12 Enero.

PROKOPH, A., FOWLER, A.D. y PATTERSON, R.T. 2000. Evidence for periodicity and nonlinearity in a high-resolution fossil record of long-term evolution. *Geology*, Vol. 28; Nº 10: 867-870.

RAMPINO, M.R. y STOTHERS, R.B. 1984. Terrestrial mass extinctions, cometary impacts and the sun's motions perpendicular to the galactic plane. *Nature*, 308: 709-712.

RASMUSEN, B. 2000. Filamentous microfossils in a 3.235-million-year-old volcanogenic massive sulphide deposit. *Nature* 405, 676-679.

RETALLACK, G.J. 1994. Were the Ediacaran fossils lichens?. *Paleobiology*, 20: 532-544.

RONSHAUGEN, M., MCGINNIS, N. y MCGINNIS, W. 2002. Hox protein mutation and macroevolution of the insect body plan. *Nature*. Advance online publication.

RUSE, M. 2001. El misterio de los misterios. ¿Es la evolución una construcción social?. *Metatemas*. Tusquets, Barcelona.

RUSELL, B. 1935. *Religion and Science*, Oxford Univ. Press.

RUTHERFORD, S.L. y LINDQUIST, S. 1998. Hsp90 as a capacitor for morphological evolution. *Nature*, 396: 336-342.

SANDÍN, M. 1995. Lamarck y los mensajeros. La función de los virus en la evolución. Editorial Itsmo, Madrid.

SANDÍN, M. 1998. La función de los virus en la evolución. *Bol. R. Soc. Hist. Nat. (Actas)* 95:17-22.

- SANDÍN, M. 1997. Teoría sintética: crisis y revolución. *Arbor*, CLVIII, 623-624: 269-303.
- SANDÍN, M. 2000. Sobre una redundancia: El darwinismo social. *Asclepio*. Vol. LII, 2.
- SANDÍN, M. 2001. Las "sorpresas" del genoma. *Bol. R. Soc. Hist. Nat. (Sec. Biol.)*, 96 (3-4), 345-352.
- SHAW, G.B. 1958. *Vuelta a Matusalén*. Editorial Sudamericana. Buenos Aires.
- SCHEFER, M. et al., 2001. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*, 413: 591-596.
- SCHULTE, A.M. et al., 1996. Human trophoblast and choriocarcinoma expression of the growth factor pleiotrophin attributable to germline insertion of an endogenous retrovirus. *PNAS*, 93: 14759-14764.
- SCHWARTZ, R.D. y JAMES, P.B. 1984. Periodic mass extinctions and the sun's oscillation about the galactic plane. *Nature*, 308: 712-713.
- SEILACHER, A. 1989. Vendozoa: Organismic construction in the Proterozoic biosphere. *Letaia*, 22: 229-239.
- SEPKOSKI, J.J. y RAUP, D.M. 1986. Periodicity in marine extinction events. En *Dynamics of Extinction*, Elliot, Willey and Sons (ed.) NY.
- SIMPSON, G.G. 1966. The biological nature of man. *Science* 152, 472-478.
- SHA MI et al., 2000. Syncitin is a captive retroviral envelope protein involved in human placental morphogenesis. *Nature*, 403: 785-789.
- SIMPSON, G.G. et al., 1957 *Life: An Introduction to Biology*. Harcourt, Brace. NY.
- SMITH, D.E. et al., 2001. The bacteriophage O29 portal motor can package DNA against a large internal force, *Nature*, vol 413: 748-751.
- SPRINGER, M.S. et al. 2001. Parallel adaptative radiations in two major clades of placental mammals. *Nature*. 409 ,610-614.
- SCHÜTZEMBERGER, M.P. 1967. *Algorithms and the neo-darwinian theory of evolution*. P.S. Moorhead y M.M. Kaplan, Filadelfia, Wistar Institute Press.

STEELE, E.J. 1979. Somatic Selection and Adaptative Evolution. Williams and Wallace, Toronto.

STEELE, E.J., LINDLEY, R.A. y BLANDEN, R.V. 1998. Lamarck's Signature: How Retrogenes are Changing Darwin's Natural Selection Paradigm. Allen and Unwin, Sydney.

STRATHERN, P. 1999. Darwin y la evolución. Siglo XXI de España, Editores.

TER-GRIGOROV, S.V., et al., 1997. A new transmissible AIDS-like disease in mice induced by alloimmune stimuli. Nature Medicine, 3 (1): 37-41.

THE GENOME SEQUENCING CONSORTIUM 2001. Initial sequencing and analysis of the human genome. Nature.409,860-921.

WAN-HO. M. 2001. Ingeniería genética: ¿Sueño o pesadilla?. Gedisa.Barcelona.

WEBER, M. 1994. La ética protestante y el espíritu del capitalismo. Ed. Península, Barcelona.

WHITELAW, E. y MARTIN, D.I.K., 2001. Retrotransposons as epigenetic mediators of phenotypic variation in mammals. Nature genetics, Vol. 27:361-365.

WILLIAMSON, P.G. 1983. Speciation in molluscs from Turkana Basin. Nature, 302: 659-663.

WITMIRE, D.P. y JACKSON, A.A. 1984. Are periodic mass extinctions driven by a distant solar companion?. Nature, 308: 713-715.

YOUNG, R.M. 1973. The historiographic and ideological contexts of the nineteenth century debate on man's place in nature. En Changing perspectives in the history of Science, Ed. M. Teich y R.M. Young, Reidel, Boston.

ZILLIG, W. y ARNOLD, P. 1999. Tras la pista de los virus primordiales. Mundo Científico. N° 200.

## **TEORIA SINTETICA: CRISIS Y REVOLUCION**

**Máximo Sandín.**

**Dpto. de Biología,**

**Universidad Autónoma de Madrid**

**ARBOR , N.º 623-624. Tomo CLVIII. Nov.-Dic. 1997.CSIC.Madrid.**

Desde su mismo nacimiento, la teoría Darwinista adolecía de notorias lagunas que eran reconocidas por su autor. Tanto la observación de las especies naturales, como los datos del registro fósil, mostraban patentes discrepancias con dos de sus componentes centrales: la Selección Natural, y el cambio gradual, problemas que inquietaban profundamente a Darwin y a algunos de sus seguidores.

Pero estos problemas, claramente observables, fueron "resueltos" de una forma teórica por los modelos matemáticos de la Genética de Poblaciones, con lo que a mediados de este siglo, el Darwinismo se consolidó en forma de Teoría Sintética Moderna, modelo evolutivo aceptado mayoritariamente desde entonces por la comunidad científica.

Mientras tanto, observaciones contemporáneas provenientes del campo de la Embriología, sumaban nuevas discrepancias entre los datos observados y el Modelo Teórico.

Esta discrepancia ha llegado a su punto máximo a partir de los descubrimientos de la Genética Molecular, y especialmente de la Genética del Desarrollo. La implicación de elementos móviles, virus endógenos, secuencias repetidas, genes homeóticos .... en la transmisión de información genética, y la complejidad de su actuación durante el desarrollo embrionario, ha convertido dicha divergencia en abierta contradicción.

Estas evidencias contradictorias con su modelo teórico fundamental, han conducido a la Biología, a una situación que se corresponde con lo que Thomas Kuhn define como crisis en la Ciencia.

En este contexto, los crecientes indicios de origen viral para las secuencias antes citadas, junto con la capacidad de los virus para integrarse en los genomas animales y vegetales, aportaría un mecanismo evolutivo de carácter infeccioso susceptible de dar respuesta a los problemas antes mencionados.

La confirmación de esta hipótesis constituiría lo que para Kuhn es una "revolución científica" y el subsiguiente cambio de Paradigma ya que afectaría, no sólo al mecanismo evolutivo, sino también a su interpretación y significado.

## **SUMARIO**

1.- [MATEMÁTICAS](#) A LA NATURALEZA

2.- [MODELO](#) CIENTÍFICO Y SOCIAL



3.- PARADIGMA Y CRISIS

4.- CRISIS Y REVOLUCION

5.- CARÁCTER CUÁNTICO DE LA VIDA

6.- FUNCION DE LOS VIRUS EN LA  
NATURALEZA

7.- UN NUEVO MODELO EVOLUTIVO

8.- NUEVO PARADIGMA

REFERENCIAS

## LA GENETICA DE POBLACIONES: DE LAS MATEMATICAS A LA NATURALEZA

Pero ahora admito... que en ediciones anteriores de mi "Origen de las especies" probablemente atribuí demasiado a la acción de la Selección Natural o a la supervivencia de los más aptos... Antes no había considerado de manera suficiente la existencia de muchas estructuras que no son ni beneficiosas ni dañinas; y creo que ésta es una de las mayores omisiones hasta ahora detectadas en mi obra." Ch. Darwin, "El origen del hombre".

La más autorizada crítica al contenido científico de su obra la inició el mismo Darwin. A la progresiva pérdida de importancia relativa de la Selección Natural como mecanismo de la Evolución, añadió otro punto débil: el cambio gradual. Entre dudas y reafirmaciones, él mismo escribió:

***"¿Por qué, si las especies han descendido de otras especies mediante gradaciones insensiblemente diminutas, no vemos en todas partes innumerables formas de transición?. ¿Por qué no está toda la Naturaleza en confusión, en lugar de estar las especies como las vemos, bien definidas?"***

Estos argumentos resultan tan demolidores que parece inconcebible que no hayan sido suficientes para replantearse seriamente la hipótesis del cambio gradual en el proceso evolutivo. Y tanto más cuanto estas observaciones no hacen sino apoyar los datos provenientes del registro fósil, ya que, según Darwin, si las transformaciones de unas morfologías en otras se produjeran de forma gradual, "...la cantidad de eslabones intermedios y de transición entre todas las especies vivas y extinguidas ha de haber sido inconcebiblemente grande". Y, evidentemente, esto no es así. De hecho, como él mismo reconocía, los más eminentes paleontólogos y los más grandes geólogos

contemporáneos suyos, mantenían la inmutabilidad de las especies.

Es decir, una Teoría que trataba de explicar la variabilidad presente en la Naturaleza, parecía encontrar desde su nacimiento, serios problemas para ajustarse a ella, precisamente cuando se la observaba con detenimiento. Posiblemente, si los seguidores de Darwin en lugar de aferrarse a los conceptos que satisfacían sus prejuicios culturales, hubieran compartido con él sus dudas y su honestidad intelectual, el camino habría sido otro.

Pero el camino fue exactamente ese, es decir, un afianzamiento cada vez más sólido de los conceptos centrales de Selección Natural y cambio gradual, y un distanciamiento de la observación de la Naturaleza. En otras palabras, el nacimiento y consolidación de la Genética de Poblaciones.

El redescubrimiento de las leyes de Mendel y los modelos matemáticos de Fisher, Haldane y Wright, convirtieron la evolución en "un cambio gradual de sustitución de alelos". En palabras recientes de Mayr (97): "Los matemáticos demostraron convincentemente que, incluso mutaciones con ventajas relativamente pequeñas, eran favorecidas por la selección, y sus hallazgos ayudaron a superar varias objeciones a la Selección Natural."

Las objeciones a que Mayr se refiere son, entre otras, las provenientes de un campo al que Darwin había concedido una gran importancia al considerarlo una fuente fundamental de información sobre la evolución: la Embriología.

A pesar de que la "Ley Ontogenética Fundamental" de Haeckel había quedado desacreditada por la constatación de que éste había forzado las semejanzas entre los embriones de peces, aves y mamíferos, para resaltar la importancia de la aportación de la Embriología al estudio del proceso evolutivo, los estudios experimentales de Harrison (37), Weiss (39) y Child (41), habían llegado al concepto fundamental de "campo morfogenético". Estos "campos" son zonas de información embriológica cuyos componentes crean una red de interacciones, de forma que cada célula adquiere un potencial embrionario definido por su posición dentro de cada campo.

Estas complejas interacciones observadas en los embriones eran difícilmente reconciliables con los planteamientos matemáticos, (teóricos), de la Genética de Poblaciones, por lo cual el genetista Morgan llegó a impedir la publicación de los hallazgos de Child. Para él, estos trabajos estaban "pasados de moda", y no eran <<buena ciencia>>, (Mittman y Fausto-Sterling).

De esta forma, un campo de estudio fundamental para comprender los mecanismos evolutivos, quedó, hasta hace muy poco tiempo, oficialmente relegado por los estudiosos de la Evolución.

Puede parecer sorprendente que la confianza en los modelos matemáticos para explicar un fenómeno no visible (la Evolución) sea tan grande que lleve a ignorar la existencia de procesos que los contradicen y que son claramente observables en el laboratorio, pero lo cierto es que, una vez más, el componente social mostró más peso que los argumentos científicos. Según Beatty (94), la Comisión de Energía Atómica de E.E.U.U. se constituyó en un factor fundamental para la hegemonía de la Genética de Poblaciones en el estudio de la Evolución: su interés por los efectos genéticos de la radiación hizo que Dobzhansky, entre otros, tuvieran acceso a una fuente constante de financiación y colaboradores, mientras que la mayoría de estudios de Evolución desde otros campos tenían serios problemas de financiación.

También hay que añadir un segundo factor menos conocido y más altruista: según ha puesto de manifiesto Paul (88), Dobzhansky y otros científicos veían en el modelo de adaptación de la Genética de Poblaciones una socavación de los prejuicios raciales y sociales que acompañaban al concepto de "fitness".

Con estos precedentes surgió lo que hoy se conoce como la "Teoría Sintética moderna". Basada en una concepción de la transmisión de los caracteres estrictamente mendeliana, sus premisas fundamentales eran:

- 1.- La Evolución es un proceso gradual de sustitución de alelos en el seno de una población. La fuente de variabilidad de estos alelos serían las mutaciones puntuales o micromutaciones.
- 2.- El material genético es sólo la materia prima. Lo que dirige el proceso evolutivo es la Selección Natural.

La confianza en la capacidad explicativa de los modelos matemáticos hizo escribir a Dobzhansky (51): "La Evolución es un cambio en la composición genética de las poblaciones. El estudio de los mecanismos de evolución es competencia de la Genética de Poblaciones".

De este modo, se establecieron las bases de la concepción mayoritaria actual de la Evolución: el cambio evolutivo es un proceso gradual de variación en las frecuencias génicas en el seno de una población, canalizada por la Selección Natural. Los acontecimientos a mayores escalas, desde el origen de nuevas especies hasta las tendencias a largo plazo en los cambios evolutivos, representan el mismo proceso extendido en el tiempo, "no es más que una extrapolación y ampliación de los acontecimientos que tienen lugar en el seno de las poblaciones y especies" (Mayr, 66).

Sin embargo, la fragilidad de esta concepción quedó pronto puesta de manifiesto dentro de la propia perspectiva de la Genética de Poblaciones: la especiación, el supuesto paso inicial para extrapolar los cambios en las frecuencias génicas en el seno de una especie a los "acontecimientos a mayores escalas", es decir, a la Evolución, encontraba serios problemas. En base a sus criterios, el paso de una especie a otra implicaría una sustitución de, al menos, una docena de genes. Y, dada la disminución del tamaño efectivo de la población que se ha de producir para la sustitución de un alelo por otro mediante el proceso de Selección Natural, la consecuencia sería la extinción de la especie. Es lo que se conoce como "el dilema de Haldane" (57), uno de los pioneros en la elaboración de los modelos matemáticos de la Genética de Poblaciones.

Pero la respuesta a este dilema matemático tal vez se pueda encontrar (aunque a alguien le parezca extraño) en la observación de la Naturaleza: la Selección Natural favorece la variación geográfica de las especies como adaptación a las condiciones específicas de las distintas áreas que ocupan, pero esa diversificación se produce siempre en el seno de la especie. En palabras de Goldschmidt (40): "Las subespecies no son especies incipientes, son callejones sin salida ... Los caracteres de las subespecies son como gradientes, el límite de la especie se caracteriza por un salto, una discontinuidad sin intermedios en muchos caracteres".

En cualquier caso, el problema fundamental no parece ser el de explicar la especiación como resultado de la Selección Natural actuando sobre cambios en las frecuencias génicas. El verdadero "dilema" es cómo extrapolar la especiación, en su concepción de aislamiento reproductivo, a los grandes cambios de organización morfológica, fisiológica y genética que se han producido a lo largo de la Evolución.

En 1977, el biólogo francés P. Grassé escribía sobre la comprobación en la Naturaleza de la actuación de la Selección Natural: "...Es sencillamente la observación de factores demográficos, de fluctuaciones locales de genotipos y de distribuciones geográficas. ¡A menudo las especies observadas han permanecido prácticamente sin cambios durante cientos de siglos!". La constatación de este fenómeno, se ha plasmado finalmente en la "**Teoría del equilibrio puntuado**", propuesta en 1972 por los paleontólogos Eldredge y Gould. Sus dos postulados son:

- 1º.-La **estasis**: la mayoría de las especies no exhibe cambio direccional alguno durante su estancia sobre la tierra. Aparecen en el registro fósil con una apariencia muy similar a cuando desaparecen. El cambio morfológico es generalmente limitado y no direccional.

2°.-La **aparición repentina**: en cualquier área local de una especie, que no surge gradualmente por la transformación paulatina de sus antecesores, sino que aparece plenamente formada, y establecida en el registro fósil.

Estos son los hechos observados . Veamos ahora la interpretación: la aparición de una nueva especie tendría lugar de una manera rápida "en términos geológicos" (Gould, 94), y su origen sería responsabilidad de la Selección Natural actuando sobre grupos pequeños aislados en la periferia del área geográfica ocupada por la especie ancestral. Si esa nueva especie adquiriera alguna ventaja sobre la original, la sustituiría rápidamente en el área central, con lo que su aparición sería rápida en el registro fósil.

Hay que decir que todavía no se ha encontrado en el registro fósil el menor vestigio de este proceso. Pero además, volvemos al problema de la asociación de especiación con evolución. Una concepción que Steven M. Stanley sitúa en el lugar que le corresponde en su libro "The New Evolutionary Timetable" (1981): "Supongamos hipotéticamente que queremos formar un murciélago o una ballena, separados por su antecesor común por algo más de 10 millones de años" (hace 65 millones de años los mamíferos eran unos pequeños animales indiferenciados, y efectivamente, hace 50 millones de años ya existían *Icaromycteris* , murciélago de morfología actual y *Basilosaurus*, que a pesar de su denominación, era una ballena de 18 metros de largo) "mediante un proceso de transformación gradual... Si una cronoespecie media dura un millón de años, o incluso más, y tenemos a nuestra disposición sólo diez millones de años, entonces sólo tenemos diez o quince cronoespecies... para formar una sucesión continua de descendencia conectando nuestro diminuto mamífero primitivo con un murciélago y una ballena. Esto es evidentemente absurdo. Las cronoespecies, por definición pasan gradualmente de una a otra, y cada una de ellas muestra muy poco cambio. Una cadena de diez o quince de éstas podría llevarnos de una pequeña forma de tipo roedor a otra ligeramente diferente, quizá representando un nuevo género, ¡pero no a un murciélago o a una ballena!". En definitiva, si las especies se originan en "instantes geológicos" y después no cambian fundamentalmente en mucho tiempo, parece claro que los grandes cambios evolutivos (la macroevolución), no pueden tratarse de una sencilla extrapolación de las sustituciones alélicas en el seno de una población. Y si el cambio gradual no puede observarse en el registro fósil y no presenta el menor vestigio en especies vivas, parece razonable pensar en la posibilidad de que exista otro mecanismo de cambio.

Esta es exactamente la conclusión a la que llegó en 1940 R. Goldschmidt: deberían de existir "macromutaciones", es decir, mutaciones de efecto instantáneo con gran efecto sobre la variabilidad de los individuos. No parece necesario recordar la cruel reacción de sus colegas "ortodoxos" defensores de la Teoría Sintética. Los resultados de estas macromutaciones, a los que denominaron "monstruos sin esperanza", no encontrarían pareja con quien acoplarse, con lo que no tendrían sitio en el proceso evolutivo.

Pero los descubrimientos recientes de las características de la regulación de la expresión génica, con una gran variedad de factores que actúan sobre la expresión de grupos complejos de genes, y que pueden tener grandes efectos fenotípicos, han demostrado no sólo que las "macromutaciones" son posibles, sino que además en el ámbito científico es más honesto y creativo intentar comprender un fenómeno observado aunque no se puedan clarificar totalmente sus mecanismos, que distorsionar los hechos evidentes para adecuarlos a los prejuicios de la mayoría dominante.

Lo cierto es que los fundamentales problemas sin resolver por la Teoría Sintética moderna son exactamente los mismos que Darwin planteó desde su origen: la estabilidad de las especies vivientes y los bruscos cambios del registro fósil.

Karl Popper acusaba a los seguidores de S. Freud de su afán de "querer explicar todo" en base a sus fundamentos teóricos. Las dos falacias fundamentales que les atribuía eran, por una parte, que buscaban sólo ejemplos confirmadores, ignorando los que no se ajustaban a la teoría freudiana; y, por otra, hacían la teoría tan flexible, que todo contaba como confirmación.

Estas características no parecen exclusivas del freudianismo (teoría, por otra parte, menos dogmática para su creador que para algunos de sus seguidores), ya que se ponen claramente de manifiesto cuando se pretende elaborar no ya una crítica, sino una síntesis de la situación actual de la teoría evolutiva "oficial" que, además, comparte argumentos y recursos dialécticos con otras doctrinas cuando éstas se convierten en institucionales. Porque la Teoría Sintética parece haber pasado de la categoría de teoría a la de doctrina, basada en dos principios indiscutibles que pretenden explicar toda la variabilidad existente en los seres vivos: la mutación, de mayor o menor magnitud, pero siempre al azar, como generadora de la variabilidad, y la Selección Natural como canalizadora de esta variabilidad. Y bajo esta simplificada cobertura darwinista alberga desde posturas "integristas" defensoras de lo que el mismo Darwin llamaba la "interpretación estrecha" de la Selección Natural, la "Naturaleza de dientes y garras ensangrentadas" (que por ejemplo Richard Dawkins (75) comparte con Huxley), que encuentran en el ADN la unidad y el objetivo de la evolución, hasta las actitudes más "liberales" y críticas con la doctrina oficial, uno de cuyos ejemplos se puede personalizar en el merecidamente prestigioso S. J. Gould, que concede a la especie la categoría de materia prima sobre la que actúa la evolución, e invita al abandono del "adaptacionismo estricto" como mecanismo evolutivo (87).

Entre estos dos puntos de vista, que podríamos considerar ejemplos de posturas extremas, la ortodoxia admite toda clase de gradaciones y combinaciones para cada caso concreto, de modo que siempre hay una manera de adaptar los datos a la teoría. En caso de no resultar suficiente, también se admiten excepciones "toleradas", al parecer por ser poco frecuentes. Así, muchas características no adaptativas (incluso "antiadaptativas") se justifican por la alometría, otras, sin justificación posible, por la pleiotropía, o por la última creación: la exaptación; los casos más sorprendentes, por la deriva génica y finalmente, una dosis mayor o menor, según el caso, de neutralismo cubre los casos restantes.

Pero el problema de una regla surge cuando sumamos todas las excepciones y nos encontramos un número considerablemente mayor que el correspondiente a los datos que la confirman. Porque si a las excepciones admitidas oficialmente añadimos las "ignoradas", que también aumentan cada día, ya no estamos hablando de un problema en la teoría, sino de una grave enfermedad.

En efecto, cada vez son más los mecanismos y procesos biológicos que tienen difícil encuadre dentro de la Teoría Sintética. Los elementos móviles, las secuencias repetidas, los genes homeóticos, las secuencias reguladoras, ... Todo esto, sometido, a nivel celular, a un complejísimo control de proteínas que "revisan" y "reparan" los errores de duplicación, que controlan el correcto funcionamiento celular y que se autorregulan entre sí. A nivel de desarrollo embrionario, por campos morfogenéticos que controlan con increíble precisión el proceso espacial y temporal de la formación de tejidos y órganos y que son capaces de corregir accidentes y reconducir el proceso. Y a nivel orgánico, por sistemas neuro-endocrinos de regulación que relacionan tejidos y órganos entre sí, bajo la protección de un complejo sistema inmunitario con una sorprendente capacidad de respuesta a agentes extraños.

La gran precisión con que funciona cada uno de estos mecanismos y la estrecha interconexión entre todos ellos, es decir, su calidad de sistemas complejos, cuyos elementos no pueden actuar como partes independientes, concede poco margen de actuación a los errores aleatorios como mecanismo de evolución. Pero si además tenemos en cuenta su capacidad de autorreparación, tanto a nivel celular como embriológico ¿qué campo de acción le queda a la Selección Natural para los cambios en los organismos que impliquen realmente evolución?

Esta pregunta ya es antigua. Mucho antes de conocerse estos complicados sistemas de control, regulación y reparación en los seres vivos, ya se planteaba la dificultad de la aparición gradual y al

azar de órganos complejos, (problema que inquietaba a Huxley). Las respuestas dentro de la ortodoxia comprenden desde "dudas inteligentes" que, por ejemplo Gould (86) comparte con Goldschmidt: "...es demasiado difícil inventar una secuencia razonable de formas intermedias (es decir, de organismos viables y funcionales) entre antecesores y descendientes en transiciones estructurales cardinales...", hasta las respuestas simplistas de R. Dawkins (1986), según el cual la evolución gradual de órganos complejos "no es en absoluto un problema..." ya que "...está claro que un 5% de ojo es mejor que nada y un 10% de ojo mejor que un 5%...". Para él esta aparición "por partes" de los órganos sería la consecuencia directa de la actuación de la Selección Natural sobre el ADN. Así, desde la perspectiva del "Gen egoísta", cuyo objetivo para Dawkins es "alcanzar la supremacía sobre otros genes", y mediante la aplicación de cada vez más complejas fórmulas derivadas de la Genética de Poblaciones (Charlesworth et al., 94), en las que se ha de incluir el "coeficiente de selección" adecuado para que los cálculos resulten coherentes, se puede comprobar la actuación de la Selección Natural sobre las secuencias génicas.

Sin embargo, desde el punto de vista del desarrollo embrionario, el paso directo del gen al organismo, olvidando los complejos procesos ontogenéticos mediante los que se ejecuta la información del programa genético, "es una posición reduccionista insostenible" (Devillers et al., 90) ya que la expresión del genoma en el desarrollo se muestra como "un sistema organizado en niveles jerarquizados e interconectados en el que sus partes no se pueden tratar como elementos independientes entre sí".

La conclusión a que los nuevos conocimientos llevan a los expertos en Genética del desarrollo es que, "El papel de la Selección Natural en la Evolución se muestra poco importante. Es simplemente un filtro para las morfologías inadecuadas generadas por el desarrollo." (Gilbert et al., 96).

Estas contradicciones, que se van acumulando entre los distintos campos, ponen de manifiesto el estado de extrema debilidad en que se encuentra el concepto central de la Teoría Sintética. Ya en 1984, Prevosti, en un ensayo sobre la Genética de Poblaciones concluye: "...si no se admite la Selección Natural, hay que buscar un mecanismo alternativo que explique el origen de la información contenida en el programa genético de cada especie, en el que se basan sus propiedades funcionales. De momento, esta alternativa no se ha encontrado."

La situación parece adecuarse perfectamente a lo que T. Kuhn (1962) califica como crisis en la Ciencia. Como consecuencia de la actividad de lo que él denomina "ciencia normal", se llega a conocimientos que contradicen la interpretación habitual, con lo que surge una anomalía. Ésta conduce a una crisis cuya única posible solución es un cambio en el modo de ver y analizar el problema, es decir, un cambio de Paradigma.

Efectivamente, éste parece el problema fundamental que subyace en estas contradicciones. La proyección de los valores culturales y sociales, del modo de ver el mundo, a los fenómenos biológicos.

Si, como parece claramente establecido, en el origen y concepción de la Teoría Darwinista fueron determinantes los conceptos sociales y económicos de Malthus y Spencer junto con la visión del mundo propia de su época, en la actualidad, el fenómeno se ha acentuado de modo paralelo al afianzamiento del modelo económico basado en la libre competencia y en el azar como director, hasta el punto de que no sólo afecta al marco teórico de la investigación biológica, sino a los objetivos y al uso que se da a los resultados.

Pero aunque los evidentes y, a veces "espectaculares" hallazgos derivados de estos principios hagan pensar que se ha llegado a poder controlar los mecanismos de la vida, si la base teórica sobre la que se trabaja es una deformación de la realidad, los resultados y su interpretación llevan en sí mismos su parte correspondiente de deformación, aunque parezcan congruentes entre sí. En palabras del filósofo sefardí Benito Spinoza (Ética demostrada según el orden geométrico, 1675): "Las ideas falsas, es decir, inadecuadas y confusas, se suceden unas a otras con la misma necesidad

que las verdaderas, es decir claras y distintas".

## PARADIGMA Y CRISIS

Para T. Kuhn (62), los criterios que definen una revolución científica son los siguientes:

- 1.- Una teoría consigue resolver la/s anomalía/s que ha creado la crisis en el antiguo paradigma, lo cual conduce a otro nuevo, y
- 2.- Éste preserva gran parte de la capacidad de resolución de problemas concretos del viejo paradigma.

Si ambos criterios se cumplen, se producirá un progreso como resultado de "saltos cuánticos" de la ciencia, es decir, las diferencias serían cualitativas, no cuantitativas. Una verdadera revolución científica es entonces seguida por un período de "ciencia normal" dedicada al nuevo paradigma.

Es llamativo cómo Kuhn describe para la ciencia un funcionamiento de "equilibrio puntuado" una década antes de su propuesta por y Eldredge y Gould como modelo evolutivo, pero en un sentido de saltacionismo real.

Efectivamente, el término revolución implica (en su más estricto sentido) un episodio discreto, no acumulativo. El análisis de las teorías y explicaciones a lo largo de la historia, pone de manifiesto cómo el enfoque de distintos aspectos de un problema, o del mismo problema desde distinta perspectiva, ofrece repentinamente nuevas soluciones. Y de esos problemas resueltos surgen nuevos conceptos, leyes, teorías, medidas, etc., que nos conducen a un nuevo paradigma a través del cual ver y explicar el mundo. Porque "incluso las observaciones cambian su naturaleza bajo diferentes paradigmas" (Kuhn, 62), ya que los paradigmas incluyen la ontología de lo que es su esencia, de la realidad.

Estas observaciones chocan frontalmente con la visión, que ya se ha convertido en tradicional, de la ciencia como un proceso acumulativo, como un continuo entre la primera observación natural y los tiempos actuales, en el que las explicaciones, teorías y leyes se han desarrollado mediante la recolección y ensamblaje de hechos y descubrimientos. Un proceso gradual que, eventualmente, puede verse acelerado por innovaciones tecnológicas o nuevos descubrimientos, cuyo progreso nos conducirá, antes o después, hasta la verdad última.

Sin embargo, esta característica saltacionista del progreso de los conocimientos cambia totalmente la perspectiva. Porque, como vemos, no se trata de un cambio de matiz dentro de un paradigma. Tampoco se trata de un "falso saltacionismo" producido por una aceleración del proceso de cambio gradual. Por sus propias características, y especialmente por sus consecuencias, lleva implícito un cambio real.

Las diferencias esenciales entre estas dos perspectivas guardan un curioso paralelismo con las visiones, antes discutidas, macroevolutiva y "extrapolacionista" microevolutiva, es decir, confrontan una visión global de la historia del conocimiento con otra que pretende convertir en universal un proceso limitado en el tiempo y en el espacio, es decir el progreso de la ciencia empirista, de la que pudiéramos llamar de raíz "occidental". Y por ello, desde la visión gradualista, acumulativa, no existen en Biología las revoluciones científicas en el sentido kuhniano, profundo, total (Wilkins, 96).

Y sin embargo, es posible que la crisis (real, a la luz de los datos y argumentos antes expuestos) conduzca a un inevitable cambio en el Paradigma. Incluso es probable que estemos asistiendo al inicio de una revolución.

## CRISIS Y REVOLUCION

En 1982, el astrónomo galés Alfred Hoyle publicó un cuadernillo titulado "Evolution from space", en el que teorizaba sobre la posibilidad de que la extraña capacidad de los virus de integrarse en los genomas de los seres vivos y permanecer en ellos en forma de "provirus" podría ser un mecanismo de adquisición de secuencias complejas de genes, disponibles para su eventual uso como respuesta o como consecuencia de estímulos o cambios ambientales. Este mecanismo justificaría los fenómenos saltacionistas observados sistemáticamente en el registro fósil y explicaría las profundas diferencias de organización genética y morfológica existentes entre los grandes taxones.

Una condición imprescindible para que este fenómeno fuera posible, es que estas secuencias de origen viral tuvieran un contenido con significado biológico, es decir, serían como "subrutinas" de los procesos vitales.

Naturalmente, esta propuesta fue ignorada por la ciencia oficial, cuando no ridiculizada por algunos científicos, y muy especialmente por el origen "espacial" que Hoyle atribuía a los virus. Una reacción, por otra parte, lógica, ya que tanto la hipotética actuación viral, como su posible origen, sitúan tal propuesta totalmente fuera del Paradigma, según el cual todos los seres vivos presentes en la Tierra provienen de la unión al azar de sus componentes químicos y la subsiguiente evolución en la que la Selección Natural, actuando sobre las moléculas, fue la fuerza impulsora desde el mismo origen (Rebec, 94).

Pero lo cierto es que los virus son unos extraños "organismos" difíciles de situar en el mundo viviente. No se pueden calificar como "seres vivos" ya que son "simplemente" una molécula de ADN o ARN envuelta en una cápsula proteica, a veces de forma sorprendentemente geométrica, que no crece ni se alimenta. Incluso pueden cristalizar sin perder sus capacidades. Sólo pueden existir porque se penetran en las células de los seres vivos, en las que, introducen su material genético y la pertinente información y utilizando las proteínas del huésped, hacen réplicas de sí mismos, que reinvasen otras células, en ocasiones destruyéndolas hasta dañar al organismo receptor. Este es su aspecto patológico, que por ser el más observable por sus efectos se suele considerar su carácter fundamental. Sin embargo, y no se sabe por qué, "en ocasiones" su material genético (en sentido amplio) se inserta en el genoma huésped, en un punto concreto que reconoce, y allí permanece en forma de "provirus" que puede mantenerse silencioso o codificar sus propias proteínas. Un aspecto interesante de este proceso es que los retrovirus (un tipo de virus ARN), una vez dentro de la célula y para poder insertarse, transcriben su molécula a ADN mediante su propia "transcriptasa inversa", que tiene de especial que no puede corregir los errores de copia (como ocurre en la replicación celular) con lo cual, las moléculas de ADN insertadas contienen frecuentes "mutaciones" del original. Otra característica de este fenómeno, de enorme interés, es que los "provirus" pueden ser "activados" por factores externos, de modo que escapan de su zona de inserción (en ocasiones arrastrando consigo fragmentos de ADN celular) y, tras reconstruir su cápside, adquieren nuevamente carácter infeccioso. Se han identificado una serie de factores inductores de esta activación: excesos o defectos de ciertos nutrientes, radiaciones ultravioletas y sustancias químicas extrañas a la célula.

Hay que reconocer que todas estas características en un ser no exactamente "vivo" resultan, cuanto menos, extrañas. Es difícil imaginar por qué son así y cómo se han producido. Sin embargo, en la explicación que normalmente se encuentra en los libros de texto el problema está resuelto: son fragmentos de ADN o ARN que "de algún modo" al azar (es decir, ¿ha ocurrido miles de veces?) han escapado de la célula (¿de distintos tejidos y de distintos taxones?); y, se supone que también "de algún modo", han adquirido todas sus complicadas capacidades entre las que está el insertarse en un punto concreto del ADN de una célula específica de cada especie a la que "infecte".

Pero además hay otra alternativa que puede convencer a las personas que encuentren poco razonable la anterior: desde la perspectiva del "ADN egoísta" los virus podrían ser el resultado final de la evolución.

Resulta sorprendente cómo desde una doctrina científica que se pretende racional y lógica, se



solventen problemas fundamentales con "explicaciones" tan frágiles y superficiales. Y es que, en realidad, la mentalidad que subyace a este esquema mental es "no importa comprenderlo, el caso es que funcione", la cual parece una actitud poco científica que, por otra parte, ha llevado a una incongruencia muy extendida, que consiste en confundir el describir un proceso con comprenderlo.

Por lo tanto, vamos por el momento a ignorar estas supuestas "explicaciones" y a quedarnos con una razonable duda: hay que admitir que no se sabe, ni hay una explicación científica coherente de qué son y cómo se han producido estos extraños seres a caballo entre el mundo viviente y el no viviente. Lo que sí parece posible es intentar comprender su significado a partir de las consecuencias de su actuación dentro de la hipótesis de Hoyle. En otras palabras, dado que sus secuencias tienen la capacidad de integrarse en los genomas de una manera "infectiva", es decir, simultáneamente en un número considerable de individuos, si se encontrasen pruebas de que éstas tienen un contenido cuya expresión tiene "sentido biológico" es decir, se manifestasen como parte de procesos vitales normales, sería un indicio suficiente para plantearnos seriamente su carácter de elementos transportadores de información genética compleja, y por tanto fundamentales en la evolución de la vida.

Pero hay más, la posible confirmación de esta hipótesis no constituiría simplemente un cambio de matiz en la teoría ortodoxa que afectase solamente al mecanismo introductor de variabilidad. No se trata de sustituir simplemente un "error de copia" por un proceso de integración vírica. La integración simultánea en numerosos individuos de secuencias de contenido biológico complejo (es decir, la integración de un sistema complejo dentro de otro) cambiaría radicalmente no sólo el proceso, la identidad del agente creador de nuevos caracteres, sino también el significado de este proceso. La nueva especie surgiría repentinamente, mediante un cambio sustancial (tal como se observa en el registro fósil) y común a un considerable número de individuos "infectados", lo que haría posible su interfecundidad. La Selección Natural ya no sería la "fuerza impulsora" de la evolución. Simplemente sería el mecanismo de eliminación de los diseños defectuosos durante los larguísimos períodos de estasis evolutiva, durante la cual, los individuos aptos (no los "más aptos") se reproducirían sin mayores problemas, y con variaciones en aspectos no esenciales (en cuyo origen, por otra parte, no se pueden descartar los "errores de copia" de los retrovirus).

En definitiva, estamos hablando de una revolución en el sentido estrictamente kuhniano. Primero, porque la confirmación de esta hipótesis resolvería los dos problemas fundamentales sin solución desde la perspectiva del actual paradigma:

1.- Los fenómenos saltacionistas que se observan sistemáticamente en el registro fósil, mediante la integración de secuencias complejas de genes, y

2.- El cambio en un número suficiente de individuos que haga posible su interfecundidad. Pero además, y como consecuencia, la confirmación de este tipo de mecanismo arrastraría en cascada un cambio en multitud de interpretaciones (incluidas las "excepciones") de procesos biológicos descritos y manipulados, cuyo funcionamiento encaja difícilmente en la teoría convencional.

Por otra parte, y significativamente, las características de la revolución se ajustan en aspectos laterales a las enumeradas por Kuhn: además de tratarse de una hipótesis totalmente fuera del paradigma y difícil de probar (al menos inicialmente), "casi siempre, (las personas) que consiguen esas invenciones fundamentales de un nuevo paradigma han sido, o bien muy jóvenes o bien muy nuevos en el campo cuyo paradigma cambian". Efectivamente la titulación y el trabajo habitual de Hoyle es la astrofísica, y en cuanto a la juventud, no se trata de un concepto estrictamente cronológico. Si la rebeldía contra lo establecido, el idealismo y la generosidad son valores atribuidos a la juventud (parece ser que hubo un tiempo en que era mayoritariamente así), Sir Alfred Hoyle es sin duda muy joven.

Finalmente, las consecuencias filosóficas de la revolución serían el "cambio de paradigma", es decir, un nuevo modo de ver la naturaleza de los hechos. Pero parece razonable posponer este aspecto hasta haber verificado la verosimilitud de la hipótesis. Por el momento vamos a limitarnos a

comprobar si existen datos que permiten resolver los citados problemas. Tendremos que proceder, por tanto, de modo inverso al habitual, es decir, en lugar de partir de un modelo "indiscutible" y tratar de encajar forzosamente los datos existentes en dicho esquema, vamos a examinar e interrelacionar los datos, a intentar detectar el factor común a ellos y, finalmente, tratar de deducir qué modelo sugieren.

## ***EL CARACTER CUANTICO DE LA VIDA***

Las limitaciones de espacio propias de un ensayo de este tipo imponen una necesaria selección de los datos más significativos, lo que puede dar la impresión de un sesgo premeditado. No obstante, la apariencia de datos minoritarios o excepcionales puede derivar de su interpretación habitual dentro de cada campo de estudio, aislada del contexto general, es decir, de su significado evolutivo. Por tanto, intentaremos compensar dichas limitaciones recurriendo a argumentos, probablemente poco habituales en el campo de la Biología, pero que pueden aportar un marco conceptual que haga posible la interpretación e interrelación de unos fenómenos que desafían nuestra lógica lineal.

Para que este recurso no parezca anticientífico, hay que recordar que un problema de este tipo, es el planteado por Francis Crick en su libro "Life itself" (81): "Los hechos fundamentales de la evolución son a primera vista tan extraños, que sólo podrán ser explicados mediante una hipótesis poco convencional". Es evidente que no se trata de una deducción en su sentido lógico, lineal, sino de lo que pudiéramos llamar una "impresión" o una intuición surgida de alguna elaboración mental de sus, por otra parte, notables conocimientos. Pero desde luego, no se trata de una frase vacía de contenido, porque, en efecto, son precisamente los hechos fundamentales de la evolución los más difíciles de "encajar" dentro del marco conceptual de la teoría convencional (naturalmente si no nos limitamos a pasar por encima de ellos con una explicación del tipo "dogma de fe") y así, de hechos fundamentales se pueden calificar el origen de la vida en la Tierra, el origen de la primera célula, el de los organismos multicelulares, la aparición de todos los grandes taxones conocida como la "explosión del Cámbrico" y los repentinos cambios de organización animal y vegetal observados en el registro fósil. Todos ellos resultan cada vez más difíciles de explicar en términos de la Selección Natural actuando sobre mutaciones al azar, a medida que aumentan los conocimientos sobre la complejidad y estabilidad de los procesos biológicos.

Vamos, por tanto, a permitirnos una breve referencia a unos conceptos que pueden aportar un modelo teórico en el que situar dichos "hechos fundamentales". Se trata de las características o propiedades de la materia a la luz de los sorprendentes descubrimientos de la Mecánica Cuántica, (una denominación poco afortunada, porque los fenómenos descubiertos pueden ser calificados de todo menos de mecánicos).

De un modo esquemático se pueden resaltar tres de sus aspectos básicos fundamentales .

El primero, es que las partículas subatómicas, los componentes últimos de la materia, no tienen una "entidad individual" (no son partículas en un sentido material), sólo existen en función de sus relaciones con las demás. Es decir, que su aparición en forma de átomo habría de ser simultánea.

El segundo, que la energía/materia producida por estos "sistemas de partículas" se organiza en "cuantos" discontinuos que ascienden (saltan) de nivel de organización desde los átomos hasta el universo. Estos sistemas tienen la característica de que, a su vez, están formados por sistemas de nivel inferior (totalidades) que interactúan entre sí, de modo que "el todo es más que la suma de sus partes".

El tercero, que los electrones se presentan con una doble cualidad. Son partícula y onda, condiciones que son opuestas y al mismo tiempo complementarias, de modo que su estado en un momento dado, no se puede expresar más que en términos de probabilidad.

Estas propiedades, tan diferentes de la concepción materialista de la mecánica (esta sí)

newtoniana, son asumidas por la comunidad científica, a pesar de su difícil "visualización" dentro de nuestros esquemas mentales.

Pero, dado que se aceptan como propiedades de la materia y los seres vivos son (somos) evidentemente materiales, cabe preguntarse si estas propiedades forman parte constituyente de su esencia, y por tanto de sus cualidades, lo cual condicionaría los mecanismos del proceso evolutivo.

En efecto, aunque el inevitable reduccionismo conduce a estudiar a los seres vivos, o aspectos parciales de éstos, como si fueran entidades independientes, parece claro que el concepto de "organismo independiente" tiene, en la naturaleza, poca entidad real. Los seres vivos se autoorganizan (es decir, sólo pueden existir) mediante intensos intercambios con su entorno que, a su vez, está organizado como un ecosistema dinámico y complejamente interrelacionado. El conjunto de ecosistemas también conforma un sistema de formas vivas y no vivas de distintos niveles entre los que existen interconexiones e interdependencias. Finalmente, toda la biosfera constituye un gran ecosistema dinámico y autorregulado.

Descendiendo a niveles inferiores, los propios organismos son, a su vez, sistemas abiertos formados por unidades que constituyen órganos, cuyo funcionamiento es coordinado con otros, cada uno de los cuales está formado por células, complejísimo sistemas que incluyen mecanismos de transformación de energía, redes de información y regulación, generación de estructuras internas y externas, ... Todos estos niveles tienen en común la propiedad de que el todo es más que la suma de sus partes, cada una de las cuales no puede existir si no es en función de la existencia de las demás. En este contexto, menos aún se pueden considerar a los genes como una entidad individual ya que su actividad (su existencia) depende de la interacción coordinada de un considerable número de proteínas reguladoras, histonas, ARN, incluso de otros genes o grupos de genes que han de actuar de forma sincrónica.

En definitiva, los procesos biológicos constituyen (y están constituidos por) sistemas que se integran distintos niveles "cuánticos", cada uno de los cuales funciona como un todo. Y esto no es una metáfora, sino una explicación racional de la realidad elaborada como resultado de la reunión e interrelación de las descripciones científicas ortodoxas de cada uno de los elementos mencionados.

¿Tienen, por tanto, estas propiedades de la materia viva alguna implicación en las características del proceso evolutivo? Hay indicios que hacen pensar seriamente que sí. Y un caso verdaderamente espectacular lo constituye un fenómeno crucial para la comprensión de los procesos evolutivos y biológicos en general: el origen de la célula eucariota y, por tanto, de los primeros sistemas componentes de los seres vivos.

La formación de la primera célula eucariota, ese complejo entramado de procesos tan exquisitamente interconectados, que resulta verdaderamente difícil de justificar desde el punto de vista ortodoxo (Gesteland et al., 93) como resultado gradual de procesos químicos más o menos aleatorios, ha sido explicada por L. Margulis y D. Sagan (85) de una forma tan convincente, que ha pasado a formar parte de los pocos procesos evolutivos que se pueden contar como científicamente demostrados, tanto desde el punto de vista morfológico como funcional. La inclusión de una bacteria tipo Prochloron, y de bacterias aeróbicas semejantes a Paracoccus o Rhodospseudomonas, dentro de otras, se admite como el origen de los cloroplastos y las mitocondrias. Del mismo modo se describe el origen de los microtúbulos celulares, identificables para los autores en las espiroquetas.

La interpretación de este fenómeno, obviamente un paso fundamental en la evolución de la vida, ya que se trata de la aparición de los elementos constitutivos de los seres vivos, es calificada por los propios autores como un proceso de endosimbiosis ocasional y aleatorio, (es decir, una bacteria asimiló a otras pero no las digirió), lo cual le confirió una ventaja selectiva sobre las otras. Pero, independientemente de que difícilmente una célula eucariota pueda superar la enorme capacidad reproductora de las bacterias, también es posible otra interpretación: si el proceso que podríamos calificar de fundamental en la aparición de los eucariotas se produjo como resultado de

la unión de varios "sistemas complejos" ¿no es posible que éste sea el mecanismo evolutivo principal? Ya hemos discutido la extremada interdependencia de los procesos celulares, y las bacterias son sistemas, totalidades, lo que Koestler denominó holones. Esta integridad hace que, por extraño que parezca, tengan que aparecer de repente (las totalidades como los "cuantos" de los físicos no pueden surgir gradualmente). Esto explicaría la esterilidad de los intentos de buscar el origen de la vida en moléculas autorreplicantes (Rebeck, 94), ya que parece claro que la célula es el único medio natural en que son posibles los complejos fenómenos en que consiste la vida.

De hecho, las bacterias fueron no sólo los primeros organismos vivos identificados en la Tierra (según Carl Sagan, la "rapidez" con que se formó la vida en la tierra indica que era un proceso probable) sino que fueron las creadoras de las condiciones para la aparición de la vida tal como la conocemos (ver Margulis y Sagan, 95).

Independientemente de sus "divisiones taxonómicas" estos peculiares "sistemas" muestran unas actividades muy distintas del carácter patológico que habitualmente se les atribuye (entre ellas las mutaciones postadaptativas (Cairns, 91)) y siempre fundamentales para el desarrollo de la vida, tanto en suelos y plantas como en el interior de animales (Benoit, 97). Y seguramente quedan por descubrir muchas de ellas y muchas de sus funciones.

Pero quizás la aparentemente más sorprendente, aunque consecuente conclusión a que lleva a Margulis y Sagan el desarrollo de la teoría endosimbionte, es que los seres vivos somos en realidad agregados de bacterias más o menos modificadas.

Es curioso cómo se puede estar contribuyendo de una manera crucial a la crisis del paradigma, tal vez sin tener conciencia de ello. Porque este modelo no es simplemente una aportación a la teoría en vigor, sino la prueba de un proceso que desbarata el camino admitido de mutaciones al azar desde la primera (¿única?) célula. Y sobre todo, cambia totalmente el significado del mecanismo de la Evolución.

Sin embargo, los propios autores no encuentran esta diferencia de significado, ya que, según ellos, el paso que produjo los organismos multicelulares estaría mediado por mutaciones al azar en las bacterias originales.

Pero veamos las condiciones imprescindibles para la formación de un verdadero organismo multicelular: entre los animales más simples que existen actualmente, las medusas, tienen once tipos de células diferentes (a diferencia de los mamíferos que tienen unos 200). Para la formación de los tejidos durante el desarrollo, es imprescindible la actuación de un "programa embriológico", por simple que sea, que coordine la disposición y proliferación de las, ya de por sí, complejas células constituyentes. Entonces, ¿con qué material genético, con qué secuencias se pudo pasar de unas células eucariotas sencillas y típicas a células especializadas capaces de generar distintos tejidos y estructuras? Y sobre todo ¿cómo pudo aparecer, por mucho tiempo que pasara, la regulación coordinada de su desarrollo embrionario? ¿Por acumulación aleatoria de "errores de copia" en las células eucariotas? Si tenemos en cuenta la extremada estabilidad de los procesos celulares, parece muy poco probable. Pero si volvemos a los "extraños" organismos patógenos que, junto con las bacterias, se han convertido en los peores enemigos de la humanidad, tal vez podamos encontrar una respuesta en su aspecto no patológico ("doble condición" que, curiosamente comparten con las bacterias). La capacidad de los virus de insertar sus secuencias en genomas de animales y plantas y traducir en ellos su propia información genética, tal vez resulte un fenómeno familiar en el contexto de nuestros argumentos: es una forma de que dos unidades genéticas (dos sistemas) se combinen y se integren en una unidad mayor.

Este podría ser el mecanismo por el que se introdujeran en las células secuencias genéticas complejas con nueva información (de misterioso origen, hay que admitirlo) que hiciese posible los cambios tan drásticos y globales que necesariamente deberían producirse para justificar los complejos fenómenos antes señalados.

Y este mecanismo podría explicar el más sorprendente fenómeno evolutivo de que se tienen

pruebas materiales irrefutables: la llamada "explosión del Cámbrico". La aparición repentina y simultánea (en sentido estricto), en estratos inmediatamente superiores a los que contenían la sencilla fauna Ediacarensis, de todos los grandes tipos de organización, de todos los grandes Phyla actuales de vida animal, desafía totalmente a la teoría evolutiva convencional. Se han identificado espongiarios, equinodermos, moluscos, poliquetos, onicóforos, artrópodos, e incluso posibles antecesores de los cordados, y por tanto de los vertebrados.

¿Cómo se explica esta súbita revolución que produjo, en un episodio sin precedentes, estructuras tan complejas como antenas y patas articuladas, cubiertas rígidas, conchas, caparzones, pinzas, ojos, paletas natatorias, bocas y tubos digestivos?

La superficial explicación ortodoxa es "una radiación adaptativa en un entorno vacío". Pero es evidente que este "acto de fe" no se sostiene ni siquiera admitiendo todo el tiempo del mundo para que ocurriera, porque aunque este fenómeno pudiera justificar (?) la colonización de distintos nichos (existen excavadores, nadadores, tubícolas, rastreadores de fondo, etc.) ¿cómo explicar los enormes cambios genéticos y embriológicos que implican la aparición de todos los tipos de organización actual?

El paleontólogo S. J. Gould (86) hace uso, una vez más, de la "duda inteligente" para analizar este fenómeno: "Si la evolución se produjese de la manera comúnmente admitida, es decir, como resultado de adaptaciones al ambiente mediante cambios graduales, lo que encontraríamos inicialmente serían unos pocos diseños generales y gran variabilidad dentro de cada uno de ellos. Sin embargo, encontramos exactamente lo contrario".

Y esta contradicción global con la teoría ortodoxa no sólo se encuentra en el paso inicial y en el resultado final (cabría esperar que la situación actual fuera la inversa a como "debería de ser" la inicial, es decir, mayor variedad de organizaciones y menor variabilidad dentro de ellas y también es al contrario) sino en los pasos intermedios: las apariciones de los grandes taxones (peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos) son igualmente repentinas e igualmente difíciles de justificar mediante cambios graduales e individuales, ya que, las grandes remodelaciones de su organización, tanto morfológica como genética, implican cambios simultáneos en muchos caracteres interdependientes (para más amplia discusión, ver "Lamarck y los Mensajeros", Sandín, 95). Pero no sólo los grandes tipos de organización, sino también las variaciones dentro de ellos, tanto en animales como en plantas, tienen una pauta semejante a la del "equilibrio puntuado" de las especies. Como nos muestra la Sistemática Cladística, esas repentinas apariciones (que muestran, por cierto, una gran variabilidad inicial) suelen estar asociadas con épocas de "disturbios geológicos" y muy frecuentemente con grandes y periódicas extinciones previas (Rampino y Stothers, 84), cuyas consecuencias tienen poco que ver con la Selección Natural, (a no ser se que acepte como "supervivencia de los que sobreviven"). En estas extinciones, que a pesar de ser masivas tienen unas curiosas características selectivas (algunas especies sobreviven, no se sabe por qué) que tanto sorprenden a los paleontólogos, están implicados claramente, al menos en los últimos 250 millones de años, asteroides de diversos tamaños y en distinta cantidad, caídos sobre la Tierra, por lo que honestamente no se puede descartar totalmente la hipótesis de Hoyle. Es decir, ya sea por su posible actuación como transportadores de nuevos virus, ya sea porque sus efectos sobre los ecosistemas activasen virus previamente existentes, el "doble carácter" de éstos justificaría, tanto la aparición de nuevas características biológicas como (al menos) algunas de las extrañas extinciones selectivas.

Naturalmente, para que esto fuera posible, habría que admitir que las secuencias virales, ya sea de forma individual o mediante una combinación de ellas, traduzcan proteínas con "contenido biológico", es decir, susceptibles de formar parte de procesos biológicos normales. La actitud científica ante esta hipótesis, a la que hemos llegado siguiendo argumentos estrictamente racionales, no debería ser de rechazo ante esta difícilmente explicable condición de los virus, sino de intentar comprobar si existen pruebas objetivas que permitan tener en cuenta esta posibilidad.

## **LA FUNCION DE LOS VIRUS EN LA NATURALEZA**

Si los virus comparten con las bacterias la doble condición de agente patógeno (destructor) y de unidad básica de la vida (constructor), quizás la pregunta no debería ser cuál de sus condiciones es la predominante, ya que desde la perspectiva antes expuesta, ambas condiciones opuestas serían, a su vez, complementarias. La pregunta que surge de la doble condición sería: ¿bajo qué condiciones se manifiesta uno u otro carácter?. Como punto de partida de la búsqueda de una respuesta, hemos de considerar que si las bacterias se han mostrado como base fundamental no sólo en el origen de los seres vivos, sino en el funcionamiento de la vida, su aspecto "negativo" sería consecuencia de algún factor que rompe el equilibrio natural de su actividad. No parece necesario revisar aquí "por qué" las bacterias que actúan normalmente en nuestro tubo digestivo se convierten en patógenas, o en qué condiciones "surgen" los brotes epidémicos bacterianos en las poblaciones humanas.

¿Es posible encontrar en la doble condición de los virus una función semejante a la bacteriana?. En otras palabras, ¿son los virus un (misterioso) "caso especial" entre las distintas posibles manifestaciones de la vida, o son un elemento fundamental de ella?. Veamos que nos sugieren los datos:

En los genomas animales y vegetales se han identificado cantidades variables de ADN denominadas "virus endógenos". Existen diferentes tipos y la mayoría se consideran derivados de virus exógenos que "infectaron" las diversas especies en el pasado, y que se han convertido en endógenos mediante inserción en células germinales. Se están identificando, en número creciente, miles de secuencias de origen vírico que participan activamente en las funciones vitales de distintos tejidos (Coffin, 94). Algunas de estas secuencias se pueden considerar verdaderos "fósiles genéticos"; son provirus "antiguos" que han sufrido múltiples mutaciones, aunque todavía es posible relacionarlos con algunos retrovirus actuales, y al haber perdido sus zonas terminales (son partículas virales defectivas), han perdido su capacidad de salir de su zona de inserción. Pero otras, que no las han perdido, están en forma de elementos móviles o elementos transponibles (TE). Son secuencias de ADN capaces de moverse e insertarse, o insertar copias de sí mismas en distintas localizaciones del genoma. Estos elementos se han clasificado en dos grupos: Transposones, que se reinsertan directamente mediante copias de ADN y Retrotransposones, que lo hacen mediante copias de sí mismos realizadas por ARN que, mediante la transcriptasa inversa, se transcribe en ADN que se inserta en otra parte del genoma. La implicación de estos elementos en la formación de las "secuencias repetitivas" de los genomas (que en el hombre se calculan constituyentes del 25% del total) es obvia. Y aunque las asunciones de los cálculos de la Genética de Poblaciones les atribuyen un carácter "no funcional" (Charlesworth et al., 94), necesario para que se ajuste a la hipótesis del ADN egoísta, lo cierto es que secuencias de este tipo, como las LINE (long inserted elements) (Mathias et al., 91) codifican proteínas con actividad de transcriptasa inversa necesaria para la movilidad de diversos tipos de retroelementos, entre los que existen algunos implicados en la formación y funcionamiento del cristalino del ojo de mamíferos (Brosius & Gould, 92).

En cuanto al origen (y condición actual) viral de estos elementos, recientemente (Kim et al., 94) se ha podido comprobar que el retroelemento Gypsy de *Drosophila* es, en realidad, un retrovirus con capacidad de reconstruir su cápsida y reinfectar de nuevo. Tal vez sea la explicación de la existencia de transposones compartidos por el hombre con artrópodos, nemátodos y planarias (Auxolabéhère, 92; García et al., 95; Oosumi, 95).

Otra parte constituyente de los genomas ha adquirido recientemente una condición muy diferente a la que se le atribuía: los intrones se consideraban segmentos no codificantes del genoma intercalados entre los genes codificantes o exones. En 1982, Thomas R. Cech y Sidney Altman descubrieron que "algunas" secuencias intrónicas de "ciertos" ARN tenían propiedades enzimáticas que permitían al propio ARN autocortarse y ligarse durante el proceso de transcripción, descubrimiento que les valió el Premio Nobel. Pues bien, en el hongo *Saccaromyces cerevisiae* el

intrón I<sub>2</sub> es, en realidad (Moran et al., 95), un retroelemento (¿un caso especial?).

Se puede decir, por tanto, que la proporción de secuencias de origen viral en los genomas crece espectacularmente cuando nos olvidamos de las doctrinas del ADN "egoísta" o "expansionista" y nos limitamos a analizar la forma en que se originan y sus actividades (Indraccolo et al., 95). Pero, ¿son estas actividades simplemente un "aprovechamiento" de su presencia por parte del genoma (Charlesworth et al., 94) o son una parte fundamental de éste?. Para responder, veamos algunos datos de sus funciones:

Los elementos móviles son capaces de provocar, mediante cambios de localización y duplicaciones, reordenamientos cromosómicos y también cambios en la expresión y regulación génica, con importantes consecuencias evolutivas (Mc Donald & Cuticciaba, 93).

Se ha identificado un retrotransposón responsable de la ampliación de la expresión de los genes implicados en la segregación de la amilasa (Robins y Samuelson, 93): en muchos mamíferos se segrega sólo en el páncreas, pero en el hombre esta modificación hace que también la segreguen las glándulas salivares, lo que amplía el rango de alimentos que puede ingerir, lo que constituye una evidente ventaja evolutiva.

Así, se han identificado retrotransposones implicados en la regulación de genes relacionados con la histocompatibilidad (Robins y Samuelson, 93), con la expresión en tejidos de las distintas tetra1-alfaglobulinas humanas (Kim et al., 89) así como en otros mamíferos, invertebrados (Dnig y Lipstick, 94) y plantas (Mc'Clintock, 51).

Un caso muy llamativo es el de la bacteria *Wolbachia*, recién descubierta porque es tan pequeña que pasa por los filtros que habitualmente se utilizan para aislarlas. Fueron descubiertas en la cochinilla de la humedad (*Armadillium vulgaris*) y contienen un transposón llamado factor f que, ante determinadas condiciones ambientales adversas penetra en el núcleo de las células germinales donde, o bien se integra en uno de los cromosomas sexuales masculinos convirtiéndolo en femenino, o bien lo inhibe desde el genoma mismo de la cochinilla, con lo que hasta el 90% de los animales engendrados son hembras. ¿Tiene este fenómeno alguna consecuencia evolutiva? Quizás se puede valorar si se tiene en cuenta que no es un hecho aislado: según Rousset et al. (92) "en la naturaleza entre el 10 y el 15% de todas las poblaciones de insectos están "infectadas" ". Y estas curiosas "enfermedades" son también un importante mecanismo adaptativo de las plantas (Galitski & Roth, 95) en el sentido de respuesta a las condiciones ambientales: en las plantas, el ADN mitocondrial actúa "en ciertas ocasiones" sobre la reproducción de su "huésped". Un gen de "esterilidad masculina" convierte hasta el 95% de los pies de planta, por ejemplo del tomillo, en hembras (Gouyón y Couvet, 85). En maíz y petunia, estos genes provienen a la vez de mitocondrias y cloroplastos (recordemos su origen) y se han localizado, con mayor o menor frecuencia, en muy diversas plantas (Gouyón y Couvet, 87). El mecanismo ha sido descrito recientemente (Brennicke et al., 93): primero, un ARN mensajero del orgánulo pasa al citoplasma, donde es transcrito en ADN por la transcriptasa inversa, luego se inserta en el genoma nuclear. Al parecer, grandes fragmentos del ADN de los orgánulos han podido ser transferidos directamente al núcleo (sin que se sepa cómo) de modo que entre un 3 y un 7% del genoma nuclear estaría formado por tales secuencias.

Desde 1988 (Varmus et al.) se estudia el parentesco de los retrotransposones con los retrovirus: además de su mecanismo de replicación y de inserción, tienen en común la cualidad de "poder activar oncogenes" (Dombrowski et al., 91). Así, se han encontrado secuencias similares al retrotransposón LINE de mamíferos en el interior del oncogen c-myc en un cáncer de mama.

En definitiva, y en cuanto a su importancia evolutiva, y muy especialmente por su relación con "ciertos fenómenos de adaptación rápida a modificaciones del medio" (Biemont y Brookfield, 96) hay que recordar que en *Drosophila* (que no es un caso especial de genoma, sino el que más se ha estudiado), existen de 3000 a 5000 secuencias móviles que representan del 10 al 15% de su ADN.

En cuanto a la actividad de los virus endógenos, no parece precisamente desprovista de importancia evolutiva: un logro tan complejo como trascendente en la aparición de los mamíferos,

la placenta, ha mostrado tener elementos de origen retroviral implicados en distintos aspectos de su funcionamiento. En mamíferos placentarios los genes paternos y maternos contribuyen de forma diferente pero complementaria al desarrollo embrionario. Sin la impronta de la madre, el embrión es anormal; sin la impronta del padre, la placenta no llega a desarrollarse. Este mecanismo ha de estar, necesariamente, en el propio origen y evolución de la placentación, por una parte, para que la propia madre acepte el desarrollo de un cuerpo extraño dentro de ella y en íntimo contacto, y por otra, para limitar su desarrollo impidiendo la invasión de los tejidos maternos (Hall, 90). Según Neumann et al. (95), este fenómeno ha sido inducido por la presencia de partículas retrovirales defectivas del tipo IAP. Pero además de participar en su funcionamiento, también están implicados en su formación. Se ha comprobado (Lyden et al., 95) que antígenos de origen retroviral se expresan en las células trofoblásticas normales de la placenta humana, con una función muy significativa: forman parte del proceso de diferenciación morfológica de dichas células.

Y estos fenómenos no constituyen una excepción: más del 1% de las 10.500 secuencias génicas perfectamente conocidas, que se expresan en 37 tejidos humanos, se han identificado (por el momento) como correspondientes a retrovirus endógenos y se expresan como parte constituyente del cerebro, placenta, embrión, pulmón, etc. (Genome Directory, Sept. 95).

Del evidente significado de este fenómeno desde el punto de vista evolutivo, en cuanto a la explicación de los fenómenos saltacionistas (y de otro fenómeno más concreto, como es el control de la proliferación celular) nos pueden dar una pista los datos provenientes de un organismo muy estudiado por la Genética del Desarrollo: en el embrión de *Drosophila* se han identificado 15 secuencias retrovirales implicadas en el control espacial y temporal del desarrollo de distintos tejidos.

La creciente evidencia de la actuación de secuencias virales en procesos vitales esenciales hace pensar que tal vez no sean sucesos excepcionales. Y un argumento de peso para apoyar la posible importancia de su actividad, es que tanto su "carácter infectivo" como su "contenido biológico" explicarían de forma consistente los problemas evolutivos no resueltos en la actualidad. [Se ha podido constatar \(Tristem et al., 95\) que existe una diferencia considerable entre las "poblaciones" retrovirales endógenas de reptiles y las de aves y mamíferos. ¿Tendría este hecho alguna explicación desde nuestra perspectiva?](#)

Veamos, pues, la respuesta a la pregunta planteada sobre las condiciones de su activación.

Los coxackievirus constituyen una "familia" que se agrupa en dos tipos, A y B. Su infección en el hombre produce patología "sólo" en un 10% de los casos. Algunos han sido bien estudiados experimentalmente. Por ejemplo, en ratones, el CVB3 induce miocarditis, el CVB4, pancreatitis,... En un estudio (Gauntt & Tracy, 95) en el que se inocularon ratones con una variante no virulenta del CVB3 (denominado CVB3/0) se comprobó cómo una dieta deficiente en selenio (las selenoproteínas celulares y extracelulares actúan como antioxidantes) producía, a los diez días de la inoculación, la aparición de un único tipo de CVB3 extremadamente virulento en distintos ratones. El estudio de su genoma demostró que habían sufrido seis cambios de nucleótidos en las mismas seis posiciones. Estudios de diferentes cambios de nucleótidos en el genoma de CVB3 han confirmado que existe un número limitado de cambios asociados con el carácter virulento.

Aunque la interpretación del fenómeno en el citado estudio era que se habrían producido "múltiples mutaciones aleatorias", y lo que se observó posteriormente en los diferentes ratones era el resultado de la Selección Natural que habría conducido a los diferentes virus con exactamente las mismas mutaciones, (un ejemplo más de las acertadas observaciones de Kuhn en cuanto a la tendencia de los científicos a "ver aquello que se les ha instruido que vean"), lo cierto es que la interpretación más razonable parece ser la de una respuesta al estrés ambiental.

Otro tipo de respuesta no menos significativa es el observado por Ter-Grigorov et al. (97) en un experimento en el que, con objeto de observar la respuesta en hembras de ratón a estímulos autoinmunes, se cruzaron durante un año con machos, reforzando, tras cada cruzamiento, la



respuesta inmune de la hembra con linfoblastos B6 del macho. De los 65 ratones resultantes, 13 desarrollaron leucemia aguda y en 50 se desarrolló una "enfermedad crónica semejante al SIDA" en la que "aparecieron" viriones completos del tipo C intra y extracelulares con capacidad de transmisión tanto vertical como horizontal. El significado de estos fenómenos parece claro si los añadimos a las actividades, anteriormente mencionadas de los virus: al igual que las bacterias, su aspecto funcional en los organismos se ve alterado por agresiones ambientales, ya sean propias del medio o resultado de manipulaciones humanas, con lo que se produciría su "respuesta" en forma de agente patógeno.

En definitiva, parece que existen evidencias experimentales que responden a la pregunta sobre las causas (y consecuencias) de la activación del carácter patógeno complementario de los virus, que podemos añadir a las ya conocidas como responsables de la activación de los "provirus". Y es posible que tuviéramos muchas más si contáramos con que muy probablemente se han descartado por resultar de difícil explicación dentro de la ortodoxia.

Pero si a estos datos empíricos, que cada vez resultan más difíciles de considerar como excepcionales o minoritarios, añadimos un esfuerzo por extraer el "factor común" a todos los grandes (y pequeños) problemas evolutivos que venimos discutiendo, se puede obtener un modelo que modifica totalmente, no sólo el mecanismo fundamental de la teoría evolutiva convencional, sino la misma esencia, el significado de los procesos evolutivos.

## UN NUEVO MODELO EVOLUTIVO

Este modelo se podría sintetizar de esta forma: el origen y evolución de la vida sería un **proceso de integración de sistemas complejos que se autoorganizarían en otros sistemas de nivel mayor**. Las unidades básicas serían las bacterias que cuentan con todos los procesos y mecanismos fundamentales de la vida celular, cuyos componentes parecen haberse conservado con muy pocos cambios a lo largo del proceso evolutivo. Los virus, mediante su mecanismo de integración cromosómica, serían los que, bien individualmente, bien mediante combinaciones entre ellos, introducirían las nuevas secuencias responsables del control embrionario de la aparición de nuevos tejidos y órganos, así como de la regulación de su funcionamiento.

La capacidad de respuesta de bacterias y virus a estímulos ambientales, justificaría, los inevitablemente rápidos y amplios cambios que muestra el registro fósil obligados por la compleja interrelación de unos tejidos con otros y con el total del organismo. Y su carácter "infectivo" haría posibles estos cambios simultáneamente en un considerable número de individuos. Por otra parte, este carácter infectivo, podría estar implicado en las extinciones masivas y selectivas, muchas coincidentes con períodos de disturbios ambientales, las cuales serían parte del mecanismo del proceso evolutivo.

En este contexto, la Selección Natural, cuyo nulo poder creativo ya se ha argumentado anteriormente, quedaría relegada a un papel no sólo secundario en el proceso evolutivo, sino ocasional y vacío de contenido como mecanismo de Evolución. La competencia no sería la fuerza impulsora de la evolución, ya que las nuevas especies surgirían y madurarían en conjunto. Y el azar, ya sea biológico o estadístico, quedaría aún más en entredicho por el determinismo, el contenido teleológico que implica la existencia de unos "componentes de la vida", cualquiera que sea su origen, es decir, tanto si han surgido en la Tierra como consecuencia de una "propiedad emergente" de la materia, como si éste o cualquier otro fenómeno implica que existan y se propaguen por el Universo.

Pero este nuevo modelo no sólo conduce a una nueva visión de la naturaleza de los procesos biológicos. La relegación al lugar que le corresponde de los viejos conceptos, de hondas raíces culturales, implica la aparición de nuevos conceptos, nuevos valores que modelen la forma de ver la realidad; en definitiva: un nuevo Paradigma.

Esta labor conllevaría, a la luz de los datos antes mencionados, un cambio sustancial en la

interpretación, no sólo del proceso evolutivo general, sino a una reinterpretación de muchos de los fenómenos biológicos que son parte y consecuencia de él, es decir, una labor ingente, pues se trata de alguna manera de "rehacer la Biología" que requiere un nuevo enfoque integrado de los distintos campos de investigación. En este modelo integrado, se podrían situar muchos de los datos que hablan de procesos no sólo inconsistentes con la teoría convencional, sino totalmente contradictorios.

Así en el [Modelo de Evolución por Integración de Sistemas Complejos](#) se podrían explicar datos como los siguientes:

Las proteínas anti-estrés, que utilizan las células en situaciones de agresión ambiental para reparar los daños, guardan un estrecho parecido en todos los organismos, lo que indica una extremada conservación. Por ejemplo, las llamadas hsp10 y hsp60 sólo se han encontrado en mitocondrias y cloroplastos. La hsp60 y la hsp70, denominadas "chaperones" renaturalizan las proteínas desnaturalizadas por el calor. Pero lo más significativo puede ser que la hsp70 ha sido asociada con oncovirus mediante la enzima PP60 src implicada en la regulación del crecimiento celular (Langer et al., 92) (Welch, 92).

Las proteínas implicadas en la apoptosis (muerte celular programada) fundamental en todos los tejidos vivos y muy especialmente en el desarrollo embrionario, actúan, bien favoreciéndola, bien inhibiéndola. Pues bien, el virus Epstein-Barr produce sustancias que "se parecen" a la Bcl-2 inhibidora de la apoptosis o pueden fabricar moléculas que hacen que la célula hospedadora incremente su propia síntesis de Bcl-2 (Cohen et al., 92). Los papilomavirus inactivan o degradan la P53, controladora de la apoptosis, y esto se ha comprobado en varios tipos de cánceres de "origen viral" sobre los que volveremos más adelante (Korsmeyer, 95).

Estos fenómenos que indican una extremada conservación de los procesos fundamentales y que sugieren una evolución, no por cambios de secuencias originales, sino por adición de otras nuevas, explicarían por ejemplo, por qué el estudio de las relaciones entre hormonas de todos los grupos biológicos indican "un parentesco lateral, no de descendencia" (Barja de Quiroga, 93), o también por qué las moléculas de los anticuerpos de, por ejemplo, tiburones y humanos "han sufrido cambios relativamente pequeños en 450 millones de años" (Litman, 97). Según este autor: "...lo que sí resulta sorprendente es que [...] se produzcan saltos evolutivos aparentemente enigmáticos y de magnitud desacostumbrada en períodos cortos, al menos en la inmunidad humoral".

Finalmente, y como ejemplo de otro proceso fundamental en la Evolución, vamos a referirnos a algunos datos de la genética del desarrollo, cuya interpretación ortodoxa choca frontalmente con la "teoría oficial", y que puede ser la explicación de cómo ha actuado la integración vírica sobre la diferenciación morfológica en los procesos evolutivos: se trata de la homeosis, que puede explicar realmente los misteriosos (e inexplicables) casos de "convergencia adaptativa" producidos al azar. Los genes homeóticos controlan el desarrollo de distintos tejidos, órganos y estructuras. Situados en el mismo orden en los cromosomas, producen las mismas características en organismos tan alejados filogenéticamente como sapos (*Xenopus laevis*), moscas (*Drosophila*), peces, aves y mamíferos, ya sean órganos o diferenciaciones globales como ejes, segmentos, etc. Se han identificado "homeoboxes" para ojo, alas, oído, globinas, proceso de gastrulación,... (Gilbert et al, 96). La disposición y estructura de su ADN sugiere una formación por sucesivas duplicaciones génicas. Si al mecanismo de duplicación, en el que los transposones tienen una evidente responsabilidad, añadimos las secuencias de claro origen viral identificadas en la diferenciación embrionaria de distintos tejidos y en distintos taxones, su origen parece claro. Y su implicación en nuestro modelo evolutivo mucho más, ya que, en este contexto, sería el mecanismo de actuación de secuencias virales con contenido biológico concreto en la aparición de nuevos órganos.

## UN NUEVO PARADIGMA

Esta nueva perspectiva ofrece nuevas interpretaciones y, por tanto, posibles respuestas a serios problemas científicos, derivados en unos casos de su enfoque economicista, y en otros de la falta de

comunicación e intercambio entre distintos "especialistas" que impide situarlos en un contexto evolutivo. Porque el uso comercial de productos farmacológicos o de técnicas de ingeniería genética, cuyos "espectaculares" logros obtienen una gran repercusión social a través de los medios de comunicación, está condicionando de tal modo la investigación biológica, que se está convirtiendo en una actividad empresarial, de forma que está modificando tanto la forma de trabajar como los objetivos del trabajo.

En el primer aspecto, la necesidad de rentabilizar los resultados impone una fuerte competencia entre distintos equipos (que a veces conduce a los científicos a actitudes y situaciones muy poco edificantes) con lo que está desapareciendo la práctica, antes habitual (y fundamental), del intercambio de informaciones y resultados.

En el segundo, la creciente financiación de estas investigaciones por empresas en las que los intereses económicos dominan sobre cualquier otro, conduce a comercializaciones precipitadas de técnicas y productos (en forma de "patentes") cuyos "efectos secundarios" sólo se valoran con posterioridad a su aparición. Este es el caso de las investigaciones que pretenden manipular "genes de interés económico" (Mackay et al., 92) como los que se introducen en plantas y animales transgénicos, utilizando como vectores plásmidos y retrovirus.

Sin embargo, dadas las especiales características de estos vectores, parece más prudente intentar comprender el fenómeno, situarlo en su lugar real en la naturaleza, antes de seguir con unas manipulaciones cuyos resultados pueden ser imprevisiblemente peligrosos, ya que los problemas (ya observados) de propagación de características artificiales a otras especies (como el caso de la resistencia a herbicidas del maíz "transgénico") pueden ser incontrolables.

Otro problema de similares consecuencias y origen, es el que plantean los xenotransplantes. Los graves "efectos secundarios" de la utilización de órganos de animales han sido finalmente relacionados (Stoye, 97; Allan, 97) con la activación de los provirus endógenos animales al ser introducidos en otra especie. El peligro de hibridación y propagación de "nuevos virus" es evidente.

Este último fenómeno puede estar en el origen de las "variantes" de virus del SIDA. Al parecer el HIV-1 y el HIV-2 están cada uno más próximos a los virus de ciertos monos (chimpancé y *Macaca mulata*), de lo que están entre sí (Huet, 90), lo cual apoya la hipótesis de su origen como resultado de actividades humanas (posiblemente la elaboración de vacunas con sangre entera de mono). Es decir, no se trataría de un "nuevo" virus patógeno, sino de la alteración de un virus endógeno que en condiciones normales tendría una función: la inmunodepresión, un fenómeno necesario en mamíferos durante el embarazo. Y también se explicarían los efectos de los tratamientos a enfermos de SIDA con antirretrovirales de amplio espectro o con combinaciones de éstos. Los fallos en distintos órganos serían consecuencia de la alteración de secuencias virales que forman parte de su actividad normal.

Finalmente, la implicación de las secuencias de origen viral en el control de la proliferación celular embrionaria, junto con los factores activadores de los "provirus", permite situar a los "oncogenes" en un contexto evolutivo: los "oncovirus" no serían casos excepcionales. Serían, con toda probabilidad, los virus que contienen las secuencias que controlan el desarrollo embrionario de un tejido concreto y su malignización sería el resultado de su activación en un momento inadecuado (Seifarth et al., 95).

En definitiva, es posible que estas respuestas arrojen nueva luz, al menos, sobre algunos aspectos de problemas que hasta el momento parecen de difícil solución. Pero, en todo caso, ponen de manifiesto que la forma de actuar derivada del actual Paradigma (es decir, de sus planteamientos científicos pero sobre todo de su componente social) no sólo distorsiona el enfoque de estos problemas, sino que en algunos casos puede contribuir a crearlos.

Para concluir, y retomando los argumentos de Kuhn, las consecuencias de esta nueva perspectiva no son sólo un cambio de modelo teórico. Sus bases y el mecanismo de control de los procesos vitales conducen necesariamente a un nuevo modo de interpretarlos y, por tanto, a una

nueva percepción y actitud ante la Naturaleza. Si el modelo social (cultural) determina en gran medida la manera de ver y relacionarse con el Mundo, parece claro que la sustitución del Paradigma basado en la competencia y en el azar irresponsable por uno de maduración en conjunto, de unidad esencial y de cooperación, pero especialmente de prudencia y respeto ante lo que no conocemos ni controlamos, ha de ir acompañado (o precedido) de un cambio sustancial en los fundamentos y valores sociales y culturales.

Es cierto que por muy benévola que pretenda ser la visión de la Naturaleza y de la sociedad, no se puede ignorar la existencia de comportamientos competitivos. Pero, del mismo modo que en el proceso evolutivo la competencia, sea cual sea su matiz, no se muestra como una "fuerza creativa", sino todo lo contrario, el modelo social basado en la "libre competencia", que es en realidad la ley del más fuerte, es un campo abonado para actitudes egoístas e irresponsables que sólo puede conducir a un callejón sin salida.

### **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero agradecimiento a Lucía Serrano y María Bornemann por su eficaz colaboración pero, sobre todo, por su identificación con este trabajo. También a Juan Fernández Santarén por su lúcida revisión crítica del manuscrito y a Carlos Sentís por su continua aportación de información.

### **REFERENCIAS**

- \* ALLAN, J. 1997. Silk purse or sow's ear. *Nature Medicine*, 3 (3): 275-276.
- \* AUXOLABEHERE, D. 1992. L'élément transposable P en Drosophila melanogaster: un transfer horizontal. *C.R. Soc. Biol.* 186: 641.
- \* BARJA DE QUIROGA, G. 1993. *Fisiología animal y evolución*. Akal Universitaria. Madrid.
- \* BEATTY, J. 1994. Opportunities for genetics in the atomic age. *Hellon Symposium, "Institutional and Disciplinary Contexts of the Life Sciences"*. M.T.I., Cambridge, M.A. (Citado por Gilbert et al., 96).
- \* BENOIT, D. 1997. La bacteria que convierte en hembra. *Mundo Científico*, 176: 124-127.
- \* BIEMONT, C. & BROOKFIELD, J.F. 1996. Los genes saltadores: Patrimonio manipulable. *Mundo Científico*, 170: 642-647.
- \* BRENNICKE ET AL. 1993. The mitochondrial genome on its way to the nucleus-different stages of gene-transfer in higher-plants. *FEBS LETTERS*, 325 (1-2): 140-145.
- \* BROSIUS, J. & GOULD, S.J. 1992. On "genomenclature": a comprehensive (and respectful) taxonomy for pseudogenes and other "Junk DNA". *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 89: 10706-10710.
- \* CAIRNS, J. & FOSTER, P.L. 1991. Adaptative reversion of a frameshift mutation in Escherichia coli. *Genetics*, 128: 695-701.
- \* COHEN, J.J.; DUKE, R.C.; FADOK, U.A. & SEELINS, K.S. 1992. Apoptosis and Programmed Cell Death in Immunity. *Annual Review of Immunology*, 10: 267-293.
- \* COFFIN, J. 1994. *Sexta Conferencia Internacional sobre retrovirus humanos: HTLV*. Absecon, New Jersey.
- \* CRICK, F. 1981. *Life itself*. Oxford University Press. Oxford.
- \* CHARLESWORTH, B.; SNIEGOWSKI, P. & STPAN, W. 1994. The evolutionary dynamics of repetitive DNA in eukaryots. *Nature*, 371: 215-220.

- \* CHILD, C.M. 1941. Patterns and Problems of Development. Univ. of Chicago Press. Chicago.
- \* DAWKINS, R. 1975. The selfish gene. Oxford University Press.
- \* DAWKINS, R. 1986. The blind watchmaker. Longmans. London.
- \* DEVILLERS, CH.; CHARLINE, J. & LAURIN, B. 1990. En defensa de una embriología evolutiva. Mundo Científico, 10 (105): 918.
- \* DNIG, D. & LIPSHITZ, H.D. 1994. Spatially regulated expression of retrovirus-like transposons during *Drosophila melanogaster* embryogenesis. *Genetical Research*, 64: 3.
- \* DOBZHANSKY, TH. 1951. Genetics and the origin of species. Columbia University Press. New York.
- \* DOMBROUSKI, B.A.; MATHIAS, S.L.; NANTHAKUMAR, E.J.; SCOTT, A.F. & KAZAZIAN, M.M.Jr. 1991. Isolation of the L1 gene responsible for a retrotransposition event in man. *Am. J. Hum. Genet.*, 49: 403.
- \* ELDREDGE, N. & GOULD, S.J. 1972. Models in Paleobiology. T.J.M. Schopf (ed.) W.M. Freeman.
- \* GALITSKI, T. & ROTH, J.R. 1995. Evidence that F plasmid transfer replication underlies apparent adaptative mutation. *Science*, 268: 421-423.
- \* GARCIA, J.; BAYASCAS, J.R.; MARFANY, G.; MUÑOZ, A.; CASALI, A.; BAGUNA, J. & SALO, E. 1995. High copy number of highly similar mariner-like transposons in planarian (*Platyhelminthe*): evidence for a trans-phyla horizontal transfer. *Molecular Biology and Evolution*, 12: 3.
- \* GAUNT, Ch. & TRACY, S., 1995. Deficient diet evokes nasty heart virus. *Nature Medicine*, 1 (5): 405-406.
- \* GESTELAND, R.F. & ATKINS, J.F. 1993. The RNA World. Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- \* GILBERT, S.F.; OPITZ, J.M. & RAFFS R.A. 1996. Resynthesizing Evolutionary and Developmental Biology. *Developmental Biology*, 173: 357-372.
- \* GOLDSCHMIDT, E. 1940. The material basis of evolution. Yale University Press.
- \* GOULD, S.J. 1986. El pulgar del panda. H. Blume Editores. Madrid.
- \* GOULD, S.J. 1987. Is a New and General Theory of Evolution Emerging? F.E. Yats (ed): Self Organizing Systems. The Emergence of Order, Plenum Press, London, New York.
- \* GOULD, S.J. 1987. La sonrisa del flamenco. H. Blume Editores. Madrid.
- \* GOULD, S.J. 1994. La evolución de la vida en la Tierra. *Investigación y Ciencia*, 219: 55.
- \* GOUYON, P.M. & COUVERT, D. 1985. Selfish cytoplasm and adaptation: variation in the reproductive system of thyme. In: J. Haeck, J. W. Woldendorp (eds). Structure and functioning of plant population, 2: 299. North Holland Publ. Comp. New York.
- \* GOUYON, P.M. & COUVERT, D. 1987. A conflict between two sexes, females and hermaphrodites. En S. Stearn ed. "The Evolution of sexes and its consequences". Birkhaner Verlag, Berlin.
- \* GRASSÉ, P. 1977. La evolución de lo viviente. H. Blume Ediciones. Madrid. (Traducción de "L'Evolution du vivant", 1975).
- \* HALDANE, J.B.S. 1957. The estimation of viability. *J. Genetics*, 54: 294.
- \* HALL, S.G. 1990. Genetic imprinting: Review and relevance to human diseases. *Am. J. Hum. Genet.*, 46: 857-873.

- \* HARRISON, R.G. 1937. Embriology and its relations. *Science*, 85: 369-374.
- \* HOYLE, A. 1982. *Evolution from space*. University College Cardiff Press.
- \* HUET, T. 1990. Genetic organization of a chimpanzee lentivirus related to HIV-1. *Nature*, 345: 356.
- \* INDRACCOLO, S.; GUNZBURG, W.M.; LEIBMOSCH, C.; ERFLE, U. & SALMONS, B. 1995. Identification of three human sequences with viral superantigen-specific primers. *Mammalian Genome*, 6: 5.
- \* KIM, A.; TERZIAN, C.; SANTAMARIA, P.; PELISSON, A.; PURD'HOMME, N. & BUCHETON, A. 1994. Retroviruses in invertebrates: The Gypsy retrotransposon is apparently an infectious retrovirus of *Drosophila melanogaster*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, 91 (4): 1285-1289.
- \* KIM, J.; YU, C.; BAILEY, A.; HARDISON, R. & SHEN, C. 1989. Unique sequence organization and erythroid cell-specific nuclear factor-binding of mammalian theta-1 globin promoters. *Nucleic Acids Res*, 17 (14): 5687-5700.
- \* KORSMEYER, S.J. 1995. Regulators of Cell Death. *Trends in Genetics*, 11 (3): 101-105.
- \* KUHN, T. S. 1962. *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press.
- \* LANGER, T.; LU, C.; ECHOLS, H.; FLANAGAN, J.; HAYER, M.K. & ULRICH, F. 1992. Successive Action of DNAK, DNAJ and GroEl Along the Pathway of Chaperone-Mediated Protein Folding. *Nature*, 356 (6371): 683-689.
- \* LITMAN, G.W. 1997. Origen de la inmunidad en los vertebrados. *Investigación y Ciencia*, 244.
- \* LYDEN, T.W.; JOHNSON, P.M.; MWENDA, J.M.; ROTE, N.S. 1995. Expression of endogenous HIV-1 crossreactive antigens within normal extravillous trophoblast cells. *Journal of Reproductive Immunology*, 28: 3.
- \* MACKAY, T.F.C. ET AL. 1992. Effects of P-element insertions on quantitative traits in *Drosophila melanogaster*. *Genetics*, 130 (2): 315-332.
- \* MARGULIS, L. & SAGAN, D. 1985. El origen de la célula eucariota. *Mundo Científico*, 5 (46).
- \* MARGULIS, L. & SAGAN, D. 1995. *What is life?*. Simon & Schuster. New York. London.
- \* MATHIAS, S.L.; SCOTT, A.F.; KAZAZIAN, H.H.; BOEKE, J.D. & GABRIEL, A. 1991. Reverse transcriptase encoded by a human transposable elements. *Science*, 254: 1808-1810.
- \* MAYR, E. 1966. *Animal Species and Evolution*. Harvard Univ. Press, Cambridge.
- \* MAYR, E. 1997. The establishment of evolutionary biology as a discrete biological discipline. *BioEssays*, 19 (3): 263-266.
- \* McCLINTOCK, B. 1951. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol*, 16: 13.
- \* McDONALD, J. & CUTICCHIABA, J. 1993. En "Transposable Elements and Evolution". McDonald, J. (ed). Kluwer.
- \* MITMAN, G. & FAUSTO-STERLING, A. 1989. Whatever happened to Planaria? C.M. Child and the physiology of inheritance. En "The Right Tool for the Right Job: At Work in Twentieth-Century Life Sciences" (A.E. Clarke & J.H. Fujimura, eds.). Princenton Univ. Press, Princenton.
- \* MORAN, J.V.; ESKES, R.; KENNEL, J.C.; LAMBOWITZ, A.M.; BUTOW, R.A. & PERLMAN, P.S. 1995. Mobil group II introns of yeast mitochondrial DNA are novel site-specific retroelements. *Molecular and Cellular Biology*, 15 (5): 2828.
- \* NEUMANN, B.; KUBICKA, P. & BARLOW, D.P. 1995. Characteristics of imprinted genes. *Nature Genetics*, 9: 12-13.
- \* OOSUMI, T.; BELKNAP, W.R. & GARLICK, B. 1995. Mariner transposons in humans. *Nature*,

378: 672.

- \* PAUL, D.B. 1988. The selection of survival of the fittest. *J. Hist. Biol.*, 21: 411-424. (Citado por Gilbert et al., 96).
- \* PREVOSTI, P. 1984. Darwinismo y mendelismo. En "En el Centenario de Mendel: La Genética ayer y hoy." Ed. Alhambra, Madrid.
- \* RAMPINO, M.R. & STOTHERS, R.B. 1984. Terrestrial mass extinctions, cometary impacts and the sun's motion perpendicular to the galactic plane. *Nature*, 308: 709.
- \* REBEK, J. 1994. A template for life. *Chemistry in Britain*, 30 (4).
- \* ROBINS, D. & SAMUELSON, L. 1993. En *Transposable Elements and Evolution*. McDonald, J. (ed). Kluwer.
- \* ROUSSET ET AL. 1992. *Wolbachia* endosymbionts responsible for various alterations of sexuality in arthropods. *Proc. R. Soc. Lond. Series B-Biological Sciences*, 250 (1328): 91-98.
- \* RÜBSAMEN-WAIGMANN, H. & DIETRICH, U. 1991. La genealogía de los virus. *Mundo Científico*, 11 (117).
- \* SANDIN, M. 1995. Lamarck y los mensajeros. La función de los virus en la evolución. Ed. Istmo, Madrid.
- \* SEIFARTH, W.; SKLANDY, M.; KRIEGSCHNEIDER, F.; REICHERT, A.; MEHLMANN, R. & LEIBMOSCH, C. 1995. Retrovirus-like particles released from the human breast cancer line T47-D display type B- and C- related endogenous retroviral sequences. *Journal of Virology*, 69: 10.
- \* SEPKOSKI, J. 1993. Fundamentos de la vida en los océanos. En "El libro de la vida". S.J. Gould (ed.). Ed. Crítica, Madrid.
- \* STANLEY, S. M. 1981. *The New Evolutionary Timetable*. Simon & Schuster, New York.
- \* STOYE, J.P. 1997. Proviruses pose potential problems. *Nature*, 386: 126-127.
- \* TER-GRIGORIOV, V.S.; KRIFUKS, O.; LINBASHEVSKY, E.; NYSKA, A.; TRAININ, Z. & TODER, V. 1997. A new transmissible AIDS-like disease in mice induced by alloimmune stimuli. *Nature Medicine*, 3 (1): 37-41.
- \* TRISTEM, M.; MYLES, T. & HILL, T. 1995. A highly divergent retroviral sequence in the tuatara (*Sphenodon*). *Virology*, 210: 1.
- \* VARMUS, M.E. 1988. Retroviruses. *Science*, 240: 1427-1435.
- \* WEISS, P. 1939. *Principles of Development*. Holt, New York.
- \* WELCH, W.J. 1992. Mammalian Stress Response: Cell Physiology, Structure/Function of Stress Proteins, and Implications for Medicine and Disease. *Physiological Reviews*, 72: 1063-1081.
- \* WILKINS, A.S., 1996: Are there "Kuhnian" revolutions in Biology?. *BioEssays*, 18(9):695-696.

# Synthetic theory: crisis and revolution

Máximo Sandín  
Dpto. Biológicas; facultad Ciencias  
Universidad Autónoma de Madrid

Originally published in: *Arbor* CLVIII, 623-624 (November-December), p.265-300

Translation : Irene Fernández Monsalve

From the very start, Darwinist theory suffered from significant weaknesses acknowledged by its author. Both the observation of natural species and the evidence derived from the fossil record were in direct conflict with two of its core concepts, natural selection and gradual change, giving rise to problems that deeply troubled Darwin and some of his followers.

But these problems, clearly observable, were “solved” in a theoretical way by mathematical population genetics modelling. Consequently, Darwinism consolidated in the middle of this century, in the shape of modern synthetic theory, the evolutionary model widely accepted since then by the scientific community.

Meanwhile, observations from the field of embryology were adding new discrepancies that contributed to a growing divergence between the observed evidence and the theoretical model.

This discrepancy has reached its peak as a result of recent discoveries in molecular genetics, and, especially, in the genetics of development. The implication of mobile elements, endogenous viruses, repeated sequences, homeotic genes, etc., in the transmission of genetic information, and its complex operation during embryonic development, have turned this divergence into a blatant contradiction.

The situation to which biology has been driven by the contradiction between these facts and the fundamental theoretical model corresponds to what Thomas Kuhn defines as a crisis in science.

In this context, the growing clues indicating a viral origin for the above mentioned sequences, in addition to viral self-integration ability in animal and plant genomes, could represent an evolutionary mechanism of an infective character, capable of giving answers to the problems mentioned previously.

The confirmation of this hypothesis would constitute what Kuhn referred to as a “scientific revolution”, with a subsequent change of paradigm, since it would not only affect the evolutionary mechanism, but also its interpretation and meaning.

## Population genetics: from mathematics to nature

“But I now admit that in previous editions of my “Origin of Species” I probably attributed too much importance to natural selection or the survival of the fittest. I had not sufficiently considered before the existence of many structures that are neither beneficial nor pernicious, and I believe this to be one of the greatest omissions up to now detected in my work.” C. Darwin, “The Descent of Man”\*

Darwin himself initiated the most authoritative criticism of the scientific content of his work. To the progressive loss of weight of natural selection as an evolution-driving mechanism, he added another weak point: gradual change. Amongst doubts and reassertions, he wrote: “Why is it that if species have descended from other species through minute gradations, we do not see innumerable transition forms everywhere? Why is not all Nature in confusion, instead of species being as we see them, well defined?\*



In the face of such overwhelming arguments it seems inconceivable that the hypothesis of gradual change in the evolutionary process could survive without serious reconsideration. It is even stranger if we bear in mind that these observations do nothing but support the evidence from the fossil record, since, according to Darwin, if transformations from certain morphologies to others took place in a gradual way, "...the number of links must have been inconceivably large"\* . And this is evidently not so. In fact, and just as Darwin himself acknowledged, the most eminent palaeontologists and the greatest geologists of his time advocated species immutability.

In other words, the theory whose objective was to explain the variability existing in nature was finding trouble, from the start, in adjusting to it precisely when it was observed in detail. If, instead of holding on to concepts that satisfied their cultural prejudices, Darwin's advocates had shared with him his doubts and intellectual honesty, the path followed by evolutionary theory would possibly have been a different one.

But the path was precisely an ever-stronger assertion of the core concepts of natural selection and gradual change, and a progressive distancing from the observation of nature, in other words, the growth and consolidation of population genetics.

The rediscovery of Mendel's laws, and Fisher, Haldane and Wright's mathematical models, turned evolution into a process of "gradual change in allele substitution". In Mayr's recent words (97): "Mathematicians convincingly demonstrated that even mutations conferring relatively small advantages were favoured by selection, and their findings helped overcome various objections to natural selection." \*

The objections Mayr refers to are, amongst others, those coming from a field to which Darwin had paid special attention, considering it a fundamental source of information about evolution: embryology.

Despite the fact that Haeckel's "fundamental ontogenetic law" had been discredited by the confirmation that he had forced the similarities between fish, bird and mammal embryos in order to highlight the importance of embryology's contribution to the study of the evolutionary process, Harrison (37), Weiss (39) and Child's (41) experimental studies had managed to forge the fundamental concept of the "morphogenetic field". These "fields" are embryological information areas whose components create a network of interactions that allow each cell to acquire an embryonic potential determined by its position inside each field.

These complex interactions observed in embryos were not easily reconcilable with the (theoretical) mathematical postulates of population genetics. As a result, the geneticist Morgan prevented the publication of Child's findings, since his works seemed to Morgan to be "outdated" and not "good science" (Mittman and Fausto-Sterling, 89).

In this way, a fundamental field of study for the understanding of evolutionary mechanisms, has until very recently been officially relegated by evolution scholars.

It might seem surprising that the trust placed in mathematical modelling to explain a non-visible phenomenon (evolution) proved strong enough to encourage scientists to ignore contradictory processes, whose existence could be clearly observed in the laboratory. However, the fact is that the social component once more proved to have more weight than scientific arguments. According to Beatty (94), the US Commission for Atomic Energy became one of the most important factors behind population genetics' hegemony in the study of evolution. Their interest in the genetic effects of radiation made it possible for Dobzhansky, amongst others, to have access to a constant source of finance and collaborators, while the majority of evolution scholars from other fields found serious trouble getting financial support.

There is also a second factor, less well-known but more altruistic, that must be mentioned. According to Paul (88), Dobzhansky and other scientists saw in the population genetics model of adaptation an undermining of the racial and social prejudices that accompanied the concept of

“fitness”.

With these precedents what is today known as “modern synthetic theory” emerged. Based on a strictly Mendelian conception of character transmission, its basic premises were:

1. Evolution is a gradual process of allele substitution taking place within a population. The source of variability for these alleles would be point mutations or micromutations.
2. Evolution is a gradual process of allele substitution taking place within a population.

The trust placed in the explanatory capacity of mathematical modelling led Dobzhansky (51) to write: “Since evolution is a change in the genetic composition of populations, the mechanisms of evolution constitute problems of population genetics”

The bases for the view of evolution widely accepted today were thus established: evolutionary change is a gradual process of gene frequency variation within a population, channelled by natural selection. Larger-scale events, ranging from the origin of new species to long-term patterns of evolutionary change, represent exactly the same process over longer periods of time. In Mayr’s (66) words, the evolutionary process “is no more than the extrapolation and extension of events that take place within populations and species” \*.

However, this concept soon proved unsound in the very light of population genetics: extrapolating changes in gene frequencies within a species to larger-scale events, that is, to evolution, thus considering speciation as the starting point, soon proved to be seriously problematic.

According to population geneticists’ criteria, the transition from one species to another would imply a substitution of at least a dozen genes. And given the decline in population size necessary for the substitution of one allele for another to take place through the process of natural selection, the consequence would be the extinction of the species. This is what is known as “Haldane’s dilemma”, named after one of the pioneers in the elaboration of mathematical population genetics models.

However, the answer to this mathematical dilemma might be found (strange as it may sound to some people) in the observation of nature: natural selection favours geographical variation of species as an adaptation to specific conditions in the different areas they occupy, but such a diversification is always produced within species. In Goldschmidt’s (40) words: “Subspecies are not incipient species, they are culs-de-sac. Subspecies’ characters are like gradients, whereas the species limit is characterized by a jump, a discontinuity with no intermediate steps in many of its characters” \*.

In any case, the fundamental problem does not seem to be that of explaining speciation as a result of natural selection acting upon gene frequency changes. The real “dilemma” is how to extrapolate speciation, in the sense of reproductive isolation, to the great changes in morphological, physiological and genetic organization that have taken place throughout evolution.

In 1977, the French biologist P. Grassé wrote about the confirmation of the natural selection process in nature: “...It is simply the observation of demographic factors, of genotypes, local fluctuations and geographical distributions. Frequently, observed species have remained practically unchanged over hundreds of centuries!” \*.

The acknowledgement of this phenomenon has finally been embodied by the “theory of punctuated equilibrium”, formulated by the palaeontologists Eldredge and Gould in 1972. Its hypotheses are :

1. Stasis: most species show no directional change whatsoever during their time on earth. They appear in the fossil record with a very similar aspect to that of their disappearance. Morphological change is generally limited and non-directional.

2. Sudden appearance: in any local area, a species does not arise gradually through constant transformation of its ancestors, but emerges at once and fully formed.

These are the observed facts. Now, let us see their interpretation: the emergence of a new species would take place quickly in “geological terms” (Gould, 94), and its origin would be the result of natural selection acting over small isolated groups in the periphery of the geographical area occupied by the ancestral species. If the new species had acquired certain advantages over the original, it would be able to take over the central area quickly, suddenly appearing, as a result, in the fossil record.

It is important to note that no trace of evidence for this process has yet been found in the fossil record. What is more, we are back at the problem of associating speciation with evolution. Steven M. Stanley puts such a concept in its place in his book “The New Evolutionary Timetable” (1981): “Let us hypothetically suppose that we want to form a bat or a whale, separated from their common ancestor over 10 million years, through a gradual change process [65 million years ago mammals were small undifferentiated animals, and indeed, 50 million years ago *Icaromycteris*, a bat of current morphology, and *Basilosaurus*, which despite its name was an 18 meter whale, already existed]. If one average chronospecies lasts one million years, or even more, and we just have 10 million years available, then we only have ten or fifteen chronospecies ... to form a continuous succession connecting our minute primitive mammal with a bat and a whale. This is evidently absurd. Chronospecies, by definition, gradually go from one to the other, each of them showing very little change. A chain of ten or fifteen of them could take us from a little type of rodent to a slightly different one, maybe representing a new genus, but never from a bat to a whale!” \*. In short, if species originate in “geological instants” and undergo practically no changes over long periods of time, it seems clear that the great evolutionary changes (macroevolution) cannot be the result of a simple extrapolation of allele substitutions inside a population. And if gradual change cannot be observed in the fossil record, and if living species show no trace of evidence for it, it seems reasonable to consider the possible existence of another mechanism of change.

This is exactly the same conclusion reached by R. Goldschmidt in 1940: There should be “macromutations”, that is instant mutations with great effect over an individual’s variability. It is probably not necessary to recall the cruel reaction of his “orthodox” colleagues, advocates of synthetic theory. The result of these macromutations, named “monsters without hope” by these colleagues, would not find a partner for reproduction, so that there would be no place for them in the evolutionary process.

However, significant discoveries have been made recently regarding the characteristics of gene expression regulation, showing that a great variety of factors act over the expression of complex groups of genes, and are able to give rise to great phenotypical effects. These discoveries have demonstrated not just that “macromutations” are possible, but also that in the scientific world it is more honest and creative to try to understand an observed phenomenon, even when not all of its mechanisms can be clearly defined, than to distort obvious facts in order to adapt them to the prejudices of the dominant majority.

The fact is that the fundamental problems still unanswered by modern synthetic theory are exactly the same that Darwin posed from the beginning: the stability of living species, and sudden changes in the fossil record.

## Scientific model and social model

Karl Popper accused Sigmund Freud’s followers of “wanting to explain everything” on the basis of their theoretical principles. The two fundamental fallacies he attributed to them were, on the one hand, that they only looked for confirmatory examples, ignoring those that did not fit into Freudian theory, and, on the other hand, that they made the theory so flexible that anything could count as a confirmation.

These characteristics, however, do not seem to be exclusive to Freudianism (a less dogmatic theory, on the other hand, for its creator than for some of his followers), and become blatantly obvious each time an attempt is made to construct not even a criticism, but a mere synthesis of the current situation of the “official” theory of evolution. In addition, such a theory shares its arguments and dialectical resources with other doctrines when they become institutionalized. Indeed, synthetic theory seem to have moved from the category of theory to that of doctrine, based on two unquestionable principles that purport to explain all the variability present in living organisms: mutations, of a greater or lesser magnitude but always random, as generators of variability; and natural selection as the channelling agent of that variability. Under this simplified Darwinian cover it is possible to find a wide spectrum of interpretations. “Reactionary” defenders of what Darwin himself referred to as the “narrow interpretation” of natural selection, the “nature of bloody fangs and claws” (that Richard Dawkins (75), for instance, shares with Huxley) can be found at one end, considering DNA the basic unit and aim of evolution. At the other, we find more “liberal” and critical attitudes towards the official doctrine, giving species the category of raw material upon which selection acts, and advocating the abandonment of “strict adaptationism” as evolutionary mechanism (S.J. Gould is a deservedly prestigious representative of this interpretation).

Between these two viewpoints, which we could consider as examples of extreme positions, orthodoxy admits all sorts of gradations and combinations for each specific case, so that there is always a way of adapting the data to the theory. In case this proves to be insufficient, It is also possible to accept “permissible” exceptions, apparently due to their rare occurrence. In this way, many non-adaptive (even “anti-adaptive”) characteristics are justified on the basis of allometry; others, without possible justification, are either explained through pleiotropy or exaptation, the latest invention; the most surprising cases, through genetic drift, and, finally, a greater or lesser dose of neutralism, according to the case, covers the remaining instances.

But the problem with a rule arises when we add up all the exceptions and find a considerably larger number of them than of confirming cases. If we add the “ignored” exceptions (that keep growing day by day) to the officially admitted ones, we will find we are no longer talking about a problem with the theory, but about a serious illness.

Indeed, the biological mechanisms and processes that do not fit easily into synthetic theory keep piling up. As examples, we can cite regulating sequences, mobile elements, repeated sequences, homeotic genes, as well as remarkable regulation mechanisms at the different levels of organisation: at the cellular level, we find an extremely complex system of control made up of proteins that “revise” (check) and “repair” duplication errors, control correct cellular functioning and are capable of self-regulation; at the embryonic development level, morphogenetic fields control, with unbelievable precision, the spatial and temporal process of tissue and organ formation, and are capable of correcting accidents and reconducting the process; and, at the organic level, neuro-endocrine regulation systems connect tissues and organs under the protection of a complex immune system with an amazing capacity of response to foreign agents.

The great precision with which each of these systems operates, and the close interconnection between them all ?in other words, their complex-system nature with elements that cannot act as independent parts? leaves a narrow margin for random errors to act as an evolutionary mechanism. But if we also bear in mind their self-regulation capacity at the cellular and embryonic levels, what room is left for natural selection to act as change-inducer in organisms provoking true evolution?

This question is an old one. Long before these complex control, regulation and repair systems in organisms were known, the problem of the gradual and random appearance of complex organs was already being posed (this question especially worried Huxley). The answers given from within orthodoxy go from the “intelligent doubts” that, for example, Gould (86) shares with Goldschmidt (“...it is too difficult to invent a reasonable sequence of intermediate designs (in other words, of viable and functional organisms) between ancestors and descendants in cardinal structural

transitions.” \*) to the simplistic answers of R. Dawkins (1986), according to whom the gradual evolution of complex organs “is in no way a problem” since “it is clear that 5% of an eye is better than nothing, and 10% better than 5%”\*. Such a “piecemeal” organ emergence would be the direct result of natural selection acting over DNA. In this way, from the “Selfish Gene” perspective, whose objective, according to Dawkins, is to “attain supremacy over other genes”, the action of natural selection over gene sequences can be proven through increasingly complex formulae derived from population genetics (Charlesworth et al., 94), to which the appropriate “selection coefficient” must be added in order to obtain coherent results.

However, from the embryonic development point of view, the direct step from gene to organism, forgetting all about the complex ontogenetic processes through which the genetic program information is executed, “is an unsustainably reductionist approach” (Devillers et al., 90) \*, since genome expression during development is a “a system organized in hierarchical interconnected levels whose parts cannot be treated as independent elements”\*.

The conclusion to which experts in the genetics of development are driven by new information is that “the role of natural selection in evolution is of little importance. It is simply a filter for inadequate morphologies generated by development.”\* (Gilbert et al., 96).

These contradictions keep accumulating from different fields, showing the extremely weak condition the core concept of synthetic theory finds itself in. As early as 1984, Prevosti, in an essay about population genetics, concluded: “...if natural selection is not admitted, it is necessary to look for an alternative mechanism to explain the origin of the information contained in each species’ genetic program, where its functional properties are based. Up to now, such an alternative has not been found.” \*

The situation seems to match perfectly what T. Kuhn (1962) defines as a crisis in Science. As a result of the activity of what he refers to as “normal science”, facts that contradict habitual interpretation arise, giving birth to an anomaly. This, in turn, gives rise to a crisis whose only possible solution is a change in the way the problem is viewed and analysed: that is, a change of paradigm.

Indeed the projection of cultural and social values, of a particular way of seeing the world, onto biological phenomena seems to be the fundamental problem underlying these contradictions.

If, as seems to be firmly established, the social and economic concepts of Malthus and Spencer, together with the prevailing world view of the time, were determinant in the birth of Darwinist theory, today the phenomenon has established itself more firmly with the simultaneous strengthening of the economic model based on free competition and chance as driving force, to the extent that it not only affects the theoretical frame of research in biology, but also the objectives and applications of the results.

However, despite the evident, and sometimes “astounding” discoveries derived from these principles, which might induce some people to think that it is now possible to control the mechanisms of life, if the theoretical framework supporting research is a deformation of reality, the results and their interpretation intrinsically carry their own deformation, even though they might appear congruent amongst themselves. In the words of the Sephardic philosopher Benito Spinoza, (“*Ética demostrada según el orden geométrico*”, 1675), “false ideas, that is, those inadequate and confused, succeed one another with the same necessity as true ones, that is, those clear and distinct.” \*.

## Paradigm and crisis

Kuhn (62) maintains that the criteria defining a scientific revolution are:

1.-A theory is able to solve the anomaly or anomalies responsible for crisis in the old paradigm, which is then displaced by the new one

2.-This new paradigm preserves, to a great extent, the old one's specific problem-solving capacity.

If both criteria are met, progress will take place as a result of "quantum leaps" in science, that is, the differences will be qualitative, and not quantitative. A true scientific revolution is then followed by a period of "normal science", governed by the new paradigm.

It is striking how Kuhn described the functioning of science as one of "punctuated equilibrium" a decade before Eldredge and Gould proposed it as an evolutionary model. However, unlike them, Kuhn understood such a behaviour in a true saltationist sense.

Indeed, the term revolution implies (in the strictest sense) a discrete episode, not a cumulative process. The analysis of theories and explanations throughout history shows that the approach towards different aspects of the same problem, or towards the same problem in different lights, can suddenly offer new solutions. And out of these solved problems new concepts, laws, theories and tools arise, leading us towards a new paradigm through which to view and explain the world. For "even observations change their nature under different paradigms"\* (Kuhn, 62), since paradigms include the ontology of what constitutes their essence, their reality.

These observations come into head-on conflict with the view, by now traditional, of science as a steady, cumulative process, as a continuum between the first natural observation and current times, in which explanations, theories and laws have developed through the gathering and linking up of facts and discoveries. A gradual process that can, eventually, be speeded up through technological innovations or new discoveries, and whose progress will lead us, sooner or later, to the ultimate truth.

Nevertheless, the saltationist characteristic of the process of scientific knowledge forces a radical change in perspective. For, as we can see, we are not dealing with a subtle change of approach inside a paradigm, neither is it a question of false saltationism produced by an acceleration of the process of gradual change. Thanks to its own characteristics, and especially because of its consequences, it implies a real change.

The essential differences between these two perspectives display an interesting parallelism with the previously discussed macroevolutionary and extrapolative microevolutionary views of evolution: they confront a global view of the history of scientific knowledge with another that intends to universalise a process limited both in time and space, that is, the progress of empirical science, which we can consider as having "western" roots. And for that reason, from the gradualist, cumulative view, scientific revolutions in a deep, Kuhnian sense, do not exist in biology (Wilkins, 96).

Nevertheless, it is possible that the crisis, (real, in the light of the facts and arguments explained above) will bring about an inevitable change in paradigm. Moreover, we are probably facing the beginning of a revolution.

## Crisis and revolution

In 1982, the Welsh astronomer Alfred Hoyle published a book entitled "Evolution from Space", in which he theorized about the possibility that the strange viral capacities of self-integration in living organisms' genomes, and of permanence in those genomes as "proviruses", could be a mechanism for complex gene sequence acquisition, available for their eventual use as a response to or as a consequence of environmental changes or stimuli. Such a mechanism would justify the saltationist phenomena systematically observed in the fossil record, as well as explaining the deep differences in genetic and morphological organization present amongst great taxa.

For this phenomenon to be possible, an indispensable condition must be met: the sequences of viral origin must have a content with biological meaning, that is, they must be sorts of "subroutines" of vital processes.

Naturally, this proposition was ignored by official science, and was even ridiculed by some scientists, especially regarding the “outer space” origin Hoyle attributed to viruses. This was a logical reaction, on the other hand, since both the hypothetical role of viruses and their possible origin place such a proposal completely out of the paradigm, according to which all living organisms on Earth come from the random union of their chemical components and their subsequent evolution, in which natural selection, acting over molecules, has been the driving force from the very origin (Rebec, 94).

What is true, however, is that viruses are strange “organisms” which are not easily situated in the living world. They cannot be classified as “living organisms”, since they are “no more” than a DNA or RNA molecule wrapped up in a protein coat, sometimes of amazingly geometrical shape, that does not grow or feed. They can even crystallize without losing their abilities. They can only exist because they penetrate the cells of living organisms, where they introduce their genetic material, with its relevant information, and use the host’s proteins to make copies of themselves, which can then re-invade other cells, and, on occasions destroy them, thus damaging the receiving organism. This is their pathogenic aspect, which because it is the most easily observable, and because of its consequences, is usually considered as their fundamental nature. Nevertheless, and for unknown reasons, “on certain occasions” their genetic material (in a wide sense) inserts itself at a specific point it recognizes in the host’s genome, and stays there in the form of a “provirus” that can remain silent or code for its own proteins. An interesting aspect of this process is that retroviruses (a kind of RNA virus), once inside the cell, and in order to insert themselves in the host’s genome, transcribe their molecule into DNA through their own “reverse transcriptase”. This enzyme has the special feature of being unable to repair copying errors (unlike cellular replication), so that the inserted DNA molecules contain frequent “mutations” of the original. Another characteristic of this phenomenon, of great interest, is that “proviruses” can be “activated” by external factors, inducing them to escape from their insertion site (on occasions carrying with them cellular DNA fragments) and, after reconstructing their capsid, recover their infectious nature. A series of factors responsible for this activation have been identified: excess or defect of certain nutrients, ultraviolet radiation, and chemical substances foreign to the cell.

It must be admitted that all these characteristics in an organism that is not exactly “living”, sound, at the very least, strange. It is hard to imagine why they are so, and how they have originated. However, in the explanations normally found in textbooks such problems have clear solutions: these viruses are DNA or RNA fragments that “in some random way” (has it happened thousands of times?) have managed to escape from the cell (of different tissues and different taxa?); and, it appears that also “in some way” they have acquired all their complicated abilities, amongst which we find that of inserting themselves at a specific point in the DNA of a certain cell belonging to each species they “infect”.

Yet there is, in addition, another alternative that might convince those who find the previous explanation unlikely: from the “selfish DNA” perspective, viruses could constitute the final result of evolution.

It is surprising how from a scientific doctrine that prides itself on being rational and logical, fundamental problems of this kind are solved with such fragile and superficial “explanations”. The fact is that the line of thought which underlies this attitude is that “there is no need to understand it, as long as it works”, which in addition to not being very scientific, has led to widespread incongruity owing to a confusion between describing a process and understanding it.

As a result, for the moment we will ignore these so called “explanations” and maintain a reasonable doubt. It is necessary to acknowledge our ignorance, and the lack of a coherent scientific explanation of what these organisms on the borderline of the living and non-living world are, and how they have arisen. What does seem possible is to try to understand their significance on the basis of the consequences of their actions, in the light of Hoyle’s hypothesis. In other words, given that their sequences have the ability of self-integration in genomes in an “infective” way (that

is, in a considerably large number of individuals), then if proof was found to show that the sequence content expression had “biological meaning” (which would be equivalent to saying that their manifestation was part of normal vital processes), it would be sufficient evidence to induce a serious consideration of their character as transporters of complex genetic information, and therefore of fundamental importance in the evolution of life.

But this is not all. The possible confirmation of such a hypothesis would not mean a mere change of focus in orthodox theory affecting the mechanism responsible for the introduction of variability exclusively. We are not dealing with a simple substitution of the “copy error” mechanism for a viral integration process. The simultaneous integration of sequences with complex biological content (that is, the integration of one complex system into another) in numerous individuals would radically change not just the process and the identity of the new character-creating agent, but also the meaning of the process. The new species would appear suddenly, through a substantial change (exactly as the fossil record reveals) shared by a considerably large number of “infected” individuals, making interfecundity possible. Natural selection would no longer be the “driving force” of evolution. It would simply be the elimination mechanism of faulty designs during extremely long evolutionary stasis periods, during which fit organisms (not “the fittest”) would easily reproduce, with variations in non-essential characters (whose origin, on the other hand, could be retroviral “copy errors”).

In short, we are dealing with a revolution in a strict Kuhnian sense. First of all, because confirmation of this hypothesis would solve two of the fundamental problems unanswered by the current paradigm:

1.-Saltationist phenomena systematically observed in the fossil record, which would be explained by complex gene sequence integration.

2.-The simultaneous change in a number of organisms high enough to allow for their interfecundity. But in addition, and as a result, the confirmation of such a mechanism would bring about a cascade of changes in numerous interpretations (including the “exceptions”) of described and manipulated biological processes, whose behaviour does not fit easily into conventional theory.

On the other hand, and in a meaningful way, the revolution’s lateral characteristics closely match those described by Kuhn (62). As well as being a hypothesis totally foreign to the existing paradigm, and hard to demonstrate (at least initially), “almost always the men who achieve these fundamental inventions of a new paradigm have been either very young or very new to the field whose paradigm they change”. Indeed, Hoyle’s profession and usual field of study is astrophysics, and regarding youth, it does not have to be a strictly chronological concept. If idealism, generosity and rebellion against conventions, are characteristic of youth (at least there was once a time when it was so), then Sir Alfred Hoyle, is, without a doubt, very young.

Finally, the philosophical consequences of revolution would be a “change of paradigm”, that is, a new way of looking at the nature of events. But it seems reasonable to postpone this aspect until the feasibility of the hypothesis is verified. For the moment, we will stick to confirming the existence of data capable of solving the above mentioned problems. We will have to proceed, as a result, in reverse order to that we are accustomed to: instead of taking an “unquestionable” model as the starting point and trying to force existing facts into that pattern, we will examine and interrelate the data, trying to identify the factors common to them, and finally, attempting to deduce what kind of model they suggest.

## The quantum nature of life

Space limitations intrinsic to an essay of this kind force a necessary selection of the most significant data, which might give the impression of a premeditated bias. Nevertheless, customary interpretations of certain events within their own field of study, isolated from the general context and disconnected from their evolutionary meaning, might make them appear exceptional or rare. Therefore, we will try to compensate for such limitations with arguments, rare in the field of



biology, but capable of providing a conceptual framework in which to interpret and interrelate certain phenomena that challenge our linear logic. To prevent this resource from appearing unscientific, it is necessary to remember that in his book "Life Itself" (81), Francis Crick posed a problem of a similar kind: "The fundamental facts of evolution are at first glance so strange that they could only be explained through an unconventional hypothesis"\*. We are obviously not dealing with a deduction in the logical, linear sense, but with what we could refer to as an "impression", or an intuition born of some mental product of his remarkable knowledge. But it is certainly not a sentence void of meaning since, indeed, precisely the fundamental facts in evolution are the ones that are the hardest to "fit" in the conceptual frame of conventional theory (assuming we do not limit ourselves to solving these problems with a "dogma of faith" kind of explanation). As fundamental facts we could consider the origin of life on Earth, the origin of the first cell and of the first multicellular organism, the emergence of all the great taxa, known as the "Cambrian explosion", and the sudden changes in animal and plant organization observed in the fossil record. All of them are becoming harder and harder to explain under the "natural selection acting over random mutations" hypothesis, as knowledge about the complexity and stability of biological processes deepens.

Therefore, we will allow ourselves a brief reference to certain concepts that might provide a theoretical model in which to fit these "fundamental facts". We will deal with the characteristics or properties of matter in the light of the astounding discoveries of quantum mechanics (not a very adequate name, since the discovered phenomena could be described as anything but mechanic).

As an outline, we can consider three of this discipline's basic fundamental aspects. The first is that subatomic particles, the ultimate components of matter, do not have "individual entity" (they are not particles in a material sense), they only exist as a function of their relationships with others. In other words, their appearance in the shape of an atom would have had to be simultaneous.

The second is that the energy/matter produced by these "particle systems" are organised in discontinuous "quanta" that go (jump) from the atomic organisation level to the universe. These systems have the particular feature of being themselves formed by lower-level systems (totalities) interacting between themselves, so that "the whole is more than the sum of its parts."

The third is that electrons possess a dual nature: they are both particles and waves, conditions that are opposite and complementary at the same time. As a result, their state at a given instant can only be expressed as a probability.

These properties, so different to the materialist conception of Newtonian mechanics (this one really is so), are assumed by the scientific community, despite their difficult "visualisation" through our way of thinking and understanding the world.

But given their acceptance as properties of matter, and given that living organisms (including ourselves) are evidently material, it is pertinent to ask whether these properties are a constituent part of the essence of all living organisms, and therefore of their (our) qualities. In such a case, these properties would also condition the mechanisms of the evolutionary process.

Indeed, even though an inevitable reductionism leads to the study of living organisms (or partial aspects of them) as if they were independent entities, it becomes clear that the "independent organism" concept has little real reflection in nature. Living organisms are capable of self-organisation (that is, they can only exist) through intense exchanges with their environment, itself organized as a complexly interrelated, dynamic ecosystem.

Descending to lower levels, organisms themselves are open systems made up of units that construct organs functioning in a co-ordinated fashion with other organs. Each of them is in turn formed by cells ?extremely complex systems including energy transformation mechanisms, information and regulation networks, internal and external structure generation, etc. All these levels have in common the property of the whole as more than the sum of its parts, each of which can only exist if subject to the existence of the others. In this context, genes should least of all be considered

as individual entities, since their activity (their identity) depends on the co-ordinated interaction of a considerably large number of regulation proteins, histones, RNA, and even other genes or groups of genes acting in a synchronic fashion.

Consequently, do these properties of matter have any implication whatsoever in the characteristics of the evolutionary process? There are sufficient clues to make us seriously think they do. And a truly spectacular case is a crucial phenomenon for the understanding of evolutionary and biological processes in general: the origin of the eukaryotic cell, and consequently, of the first component systems of living organisms.

The formation of the first eukaryotic cell, that complex network of processes so exquisitely interwoven, finds no easy explanation from the orthodox perspective in terms of a gradual (to a lesser or greater extent) result of random chemical reactions (Gesteland et al., 93). However, this process has been explained by L. Margulis and D. Sagan (85) in such a convincing way that it has joined the small group of evolutionary processes that may be considered as scientifically proven, both from the morphological and functional points of view. The inclusion of a Prochloron-type bacterium, and of aerobic bacteria resembling *Paracoccus* or *Rhodospseudomonas*, inside others is admitted as the origin of chloroplasts and mitochondria. The origin of cellular microtubules may be explained in the same way, being identified by the authors with spirochetes.

The interpretation of this phenomenon is explained by the own authors in terms of random and occasional endosymbiotic processes (in other words, a bacterium assimilated others, but did not digest them, acquiring a selective advantage over others). Nevertheless, putting aside the fact that a eukaryotic cell would be hard pushed to exceed bacterial reproductive capacity, a different interpretation is also possible: if the process we could consider as fundamental in the appearance of eukaryotes was produced as a result of the union of various “complex systems”, would it not be possible for this to be the main evolutionary mechanism?. We have already discussed the extreme cellular-process interdependence, and in this sense, bacteria are systems, totalities, what Koestler named holons. This integrity, strange as it may seem, makes it necessary for the emergence of cellular processes to have been simultaneous (totalities, just like the “quanta” of physics, cannot appear gradually). This would explain the sterility of trying to find the origin of life in self-replicating molecules (Rebeck, 94), since it seems clear that the cell is the only natural medium where the complex phenomena making up life can take place.

In fact, bacteria were not only the first living organisms identified on Earth, (according to Carl Sagan, the “speed” of life formation on Earth indicates the process was a probable one) but they were also the creators of the conditions needed for the emergence of life as we know it (see Margulis and Sagan, 95).

Irrespectively of their “taxonomic divisions”, these peculiar “systems” show certain activities very different to the pathogenic nature that is usually attributed to them (amongst them post-adaptive mutations (Cairns, 91)), activities that are always basic for the development of life, in soils, plants, and inside animals (Benoit, 97). And with all probability, there are still many more bacteria, with many more functions, to be discovered.

However, the apparently most surprising, ?but certainly the most coherent? conclusion Margulis and Sagan are driven to by the development of endosymbiotic theory is that living organisms are, after all, more or less modified bacterial aggregates.

It is curious how one might be contributing in a crucial way to a paradigm crisis, without even knowing it. For this model is not a mere contribution to current theory, but the proof for a process that overturns the accepted path of random mutations from the time of the first (unique?) cell. And, above all, it radically changes the meaning of the evolutionary mechanism.

However, the authors themselves do not see this difference in meaning, attributing responsibility for the appearance of multicellular organisms to random mutations in the original bacteria.

But let us consider the essential conditions necessary for the formation of a true multicellular organism. Jellyfish, for instance, ranking amongst the simplest animals existing today, have eleven types of different cells (mammals have around 200). For tissue formation in jellyfish to take place during embryonic development, the action of an “embryonic program”, no matter how simple, is indispensable to co-ordinate the position and proliferation of the already complex constituent cells. Bearing this in mind, what genetic material and which sequences allowed the transition from simple, typical eukaryotic cells to specialized cells capable of generating different structures and tissues? And, above all, irrespectively of the time available, how could the co-ordinated embryonic-development regulation appear? Could it have been through random accumulation of “copy errors” in the eukaryotic cell? Considering the extreme stability of cellular process, this seems very unlikely. But if we return to the “strange” pathogenic organisms that, together with bacteria, have turned into one of humanity’s worst enemies, we might find an answer in their non-pathogenic aspect (the “dual-condition” which, funnily enough, they share with bacteria). Viral abilities of self-insertion in animal and plant genomes and of translation of their own genetic information inside the host might sound like familiar phenomena in the context of our discussion: they represent a way for two genetic units (two systems) to combine and integrate themselves in a higher unit.

And such a mechanism could account for the most surprising evolutionary phenomenon for which irrefutable proof exists: the “Cambrian explosion”. The sudden and simultaneous appearance (in a strict sense) of all the great current animal phyla in strata immediately above those containing the simple Ediacarian fauna, radically challenges conventional evolutionary theory<sup>1</sup>. Amongst the identified organisms we find sponges, echinoderms, molluscs, polychaets, onychophorans, arthropods, and even the possible ancestors of chordates, and subsequently, of vertebrates.

In an unprecedented episode, structures as complex as antennae, articulated legs, rigid covers, shells, claws, eyes, propulsion structures, mouths and digestive tracts appeared. How can such a sudden revolution be explained?

The superficial orthodox explanation is “adaptive radiation in an empty environment”, but it is evident that such a “dogma of faith” is unsustainable. Even after admitting that different niche colonisation (there are diggers, swimmers, burrowers, grazers, etc.) could be justified on the basis of time availability, and that all the time in the world had been available for such an event to take place, how could we explain the great genetic and embryonic changes responsible for the appearance of all the current types of organization?

The palaeontologist S. J. Gould (86) once more makes use of the “intelligent doubt” to analyse this phenomenon: “If evolution took place in the commonly admitted way, that is, as a result of environmental adaptations through gradual changes, what we would initially find would be a few general designs and great variability inside each of them. However, we find exactly the opposite”\*

And this global contradiction with the orthodox theory can be found in the intermediate steps, as well as at the initial phase and final result of evolution: it would be logical to expect the present situation to be the inverse of what the initial one “should be”? a greater variety of organization groups and less variability within each type of design. However, we find the opposite situation again. The appearance of the great taxa (fish, amphibians, reptiles, birds, mammals) is equally sudden and equally hard to justify through gradual and individual changes, since the great remodelling of their organization, both morphological and genetic, implies simultaneous changes in many interdependent characters (for a more detailed discussion, see “Lamarck y los Mensajeros”, Sandín, 95). It is not only the great organization changes, but also the variations within them, both in animals and plants, that display a similar pattern to the “punctuated equilibrium” of species. As cladistic systematics shows, these sudden appearances (incidentally, they reflect a great initial variability) tend to be associated with eras of great “geological disturbances”, and very frequently with previous periodic extinctions (Rampino and Stothers, 84). The consequences of these episodes have little to do with natural selection, unless it is understood as “the survival of those who survive”. Different-sized asteroids, falling to Earth in different quantities during the last 250

million years at least, are clearly implicated in these extinctions, which despite being massive have some curious selective characteristics that greatly surprise palaeontologists (for some unknown reason, some species survive). Consequently, Hoyle's hypothesis cannot be honestly discarded. That is, be it through their possible action as new virus transporters, or because their effects over ecosystems activated previously existing viruses, viral "dual nature" influenced by asteroid impacts would justify both new biological characteristic emergence, and at least some of the strange selective extinctions.

Naturally, to render feasible such a mechanism it is necessary to admit that viral sequences, whether individually or through combinations of them, would translate proteins with "biological content", that is, susceptible of forming part of normal biological processes. The scientific attitude towards this hypothesis, which we have reached following strictly rational arguments, should not be one of rejection before a viral condition of difficult explanation, but of trying to confirm the existence of objective proof supporting serious consideration of this possibility.

## Viral function in nature

If viruses share with bacteria the double condition of pathogenic agents (destroyers) and basic units of life (creators), maybe we should not be asking ourselves which is the predominant condition, since from the previously explained perspective, both opposed conditions would be, at the same time, complementary. The question arising from such a dual nature should be: what conditions determine which of the two characters is expressed? As a starting point in the search for an answer, we must take into consideration that if bacteria have been proven to be at the origin of life as well as at the base for the functioning of life, their "negative" character could be the result of a certain factor upsetting the natural equilibrium of their activity. It does not seem necessary at this point to revise "why" bacteria that normally act in our digestive tract acquire pathogenic nature, or under what conditions bacterial epidemics break out in human populations.

Is it possible to find in viral dual nature a similar function to that of bacteria? In other words, are viruses a mysterious "special case" amongst the different possible manifestations of life, or are they a fundamental element of it? Let us see what the facts suggest.

Variable amounts of DNA known as "endogenous viruses" have been identified in animal and plant genomes. Different types exist, and most of them are considered to have evolved from exogenous viruses that "infected" different species in the past, becoming endogenous through their insertion in germ cells. Thousands of sequences of viral origin with active participation in vital functions of different tissues are being identified in growing numbers (Coffin, 94). Some of these sequences can be considered true "genetic fossils"; they are "ancient" proviruses that have undergone many mutations, although it is still possible to relate them to current retroviruses. Having lost their terminal zones (they are defective viral particles), they are no longer capable of escaping their insertion site. However, some of them maintain this capacity, existing in the form of mobile elements or transposable elements (TE). They are DNA sequences capable of movement and self-insertion as well as insertion of self-copies at different sites in the genome. These elements have been classified in two groups: Transposons, that re-insert themselves directly through DNA copies, and Retrotransposons, that in order to allow insertion need to transcribe their RNA copies to DNA with the reverse transcriptase. The implication of these elements in genome "repetitive sequence" formation (it is estimated that they make up 42% of the human genome) is obvious. And even though under the assumptions of population genetics' calculations they have a "non-functional" nature (Charlesworth et al., 94) (thus enabling the selfish DNA hypothesis to be sustained), the fact is that sequences of this kind, such as LINE (long inserted elements), code for proteins with reverse transcriptase activity, needed for various types of retroelement mobility (Mathias et al., 91). Amongst them we can find some taking part in mammal eye crystalline formation and functioning (Brosius & Gould, 92).

In respect to the viral origin (and current condition) of these elements, it has been recently

confirmed (Kim et al., 94) that *Drosophila*'s Gypsy element is in fact a retrovirus with the ability to rebuild its capsid and re-infect again. This might be the reason behind the existence of shared transposons between man and arthropods, nematodes, and planarians (Auxolabéhère, 92; García et al., 95; Oosumi, 95).

A very different condition to what was originally thought has recently been attributed to another constituent part of the genome: introns, considered to be noncoding genome segments located between coding genes or exons. In 1982, Thomas R. Cech and Sidney Altman discovered that "some" intron sequences belonging to "certain" RNA had enzyme properties allowing that same RNA to cut and splice itself during the transcription process, a discovery that was worth the Nobel Prize. Well, in the fungus *Saccharomyces cerevisiae*, the intron I2 is actually a retroelement (Moran et al., 95) (a special case?).

It can be said, therefore, that when we forget the "selfish" and "expansionist" DNA doctrines, the proportion of sequences of viral origin in the genome grows spectacularly, especially if we limit ourselves to the analysis of what these sequences do and how they originated (Indraccolo et al., 95). On the other hand, are these activities merely a way for the genome to "take advantage" of viral-origin sequences present in it (Charlesworth et al., 94)?, or, on the contrary, are they a fundamental part integrating the genome? In order to answer, we will examine some of the data regarding their functions.

Through localization changes and duplications, mobile elements are able to provoke chromosomal rearrangements, as well as changes in gene expression and regulation, with important evolutionary consequences (McDonald & Cuticciaba, 93).

A retrotransposon responsible for an expanded expression of amylase secretion genes has been identified (Robins and Samuelson, 93). In many mammals, the enzyme secretion is restricted to the pancreas, whereas in humans the retrotransposon-mediated modification allows salivary glands to secrete the amylase as well, widening the range of foods that can be ingested, and thus conferring humans a clear evolutionary advantage.

In the same way, more retrotransposons have been identified and shown to be involved in histocompatibility gene regulation (Robins and Samuelson, 93), in the expression of the various tetra-1-alfaglobulins in human tissues (Kim et al., 89), as well as in other mammals, invertebrates (Dnig and Lipstick, 94) and plants (McClintock, 94).

The recently discovered *Wolbachia* bacterium is a striking case that has passed unnoticed until now, since its small size allowed it to escape the filters usually employed in bacteria isolation. This bacterium was discovered in the common pill bug (*Armadillium vulgare*), and was found to contain a transposon, named f factor, that in the face of certain adverse environmental conditions has the ability of raising the proportion of female pill bug offspring to 90%. To achieve this, the transposon enters germ cell nuclei where it can either integrate itself in a male chromosome turning it into a female one, or inhibit the male chromosome from the pill bug's genome. Does this phenomenon have any evolutionary consequences? Perhaps it can be better evaluated bearing in mind that it is not an isolated case: according to Roussett et al. (92), from 10 to 15% of all insect populations in nature are "infected". And these peculiar "diseases" are also an important adaptative mechanism for plants (Galitski & Roth, 95) regarding response to environmental conditions: in plants, mitochondrial DNA acts "on certain occasions" over its "host's" reproduction. A "male sterility" gene turns up to 95% of individuals of thyme, for example, into females (Gouyón and Couvet, 85). In maize and petunia, these genes come from both mitochondria and chloroplasts (let us remember their origin) and have been found in very different plants with higher or lower frequency (Gouyón and Couvet, 87). The mechanism has been recently described (Brennicke et al., 93): firstly, a messenger RNA from the organelle enters the cytoplasm, where it is transcribed to DNA by the reverse transcriptase enzyme, thus allowing its insertion in the nuclear genome. Apparently, large fragments of organelle DNA have been transferred directly to the nucleus (it is not known how), so that between 3 and 7% of the nuclear genome would be made up of such sequences.

Since 1988 (Varmus et al.), lineage relationships between rretrotransposons and retroviruses are being studied. On top of their replication and insertion mechanisms, they have in common the quality of “oncogene activation” (Dombrowski et al., 91). In this way, similar sequences to mammal LINE retrotransposons have been found inside the c-myc oncogene in breast cancer.

Regarding the evolutionary importance of such sequences, it must be remembered that in *Drosophila* (which is not a special genome case, but the most studied), from 3000 to 5000 mobile sequences related to “certain phenomena of quick adaptation to environmental change” \* exist, making up from 10 to 15% of its DNA (Biemont and Brookfield 96).

In addition, the activity of endogenous viruses does not seem to be without evolutionary importance: placenta emergence in mammals, an achievement as complex as momentous, has been shown to have elements of retroviral origin implicated in different parts of its functioning mechanism. In placental mammals, parental genes from the male and the female contribute in a different but complementary way to embryonic development. Without the mother’s imprinting, the embryo is abnormal; without the father’s, the placenta cannot develop. This mechanism must necessarily be at the very origin and evolution of placentation: on the one hand, so that the mother accepts the development of a strange body inside and in close contact with her; on the other, to limit its development preventing invasion of maternal tissues (Hall, 90). According to Neumann et al. (95), this phenomenon has been induced by the presence of defective retroviral particles of the IAP type. But in addition to participating in its functioning, they are also implicated in its formation. It has been demonstrated (Lyden et al., 95) that antigens of retroviral origin are expressed in normal trophoblast cells in the human placenta with a very significant role: they take part in the morphological differentiation of these cells.

Furthermore, these phenomena are no exception. More than 1% of the 10,500 perfectly known gene sequences have been identified (up to now) as corresponding to endogenous retroviruses, and are expressed in 37 human tissues as constituent parts of the brain, placenta, embryo, lung, etc. (Genome Directory, Sept. 95.)

This phenomenon has an evident evolutionary significance concerning the explanation of saltationist events (as well as of another, more concrete phenomenon: cellular proliferation control), which can be further clarified by data derived from *Drosophila*, an organism studied in depth by the genetics of development. In its embryo, 15 retroviral sequences have been found to be implicated in the space and time control of different tissue development.

The growing evidence indicating the action of viral sequences in essential vital processes supports the view that they are not exceptional events. And a convincing argument to endorse the possible importance of their activity is that both their “infective character” and their “biological content” would consistently explain evolutionary puzzles currently unsolved. It has been proven (Tristem et al., 95) that there is a considerable difference between endogenous retroviral “populations” in reptiles and in birds and mammals. Could this fact be explained from our perspective?

Let us take a look at the answer to the question regarding their activation conditions.

Coxsackieviruses form part of a “family” divided into two types, A and B. Their infection in humans produces pathology “only” in 10% of all cases. Some of them have been studied experimentally. For example, in mice, the CVB3 induces myocarditis, the CVB4 induces pancreatitis, etc. In a study (Gauntt & Tracy, 95) in which mice were inoculated with a non-virulent strain of CVB3 (named CVB3/0), it was seen that a selenium-deficient diet (cellular and extra-cellular selenoproteins act as antioxidants) produced the emergence of a unique type of extremely virulent CVB3 in different mice 10 days after inoculation. Examination of their genomes demonstrated that they had suffered six nucleotide changes in the same six positions. Studies of different nucleotide changes in the CVB3 genome have confirmed the existence of a limited number of changes associated with the virulent character.

Although the interpretation for the phenomenon given in the study was that “multiple random mutations” had taken place, and that what was observed afterwards in the different mice was the result of natural selection driving the process to different viruses with exactly the same mutations (another example of Kuhn’s observations about scientists’ tendencies to see exactly what they have been trained to see), the fact is that the most reasonable interpretation seems to be a reaction to environmental stress.

A different but equally significant kind of response to environmental stress was observed by Ter-Grigorov et al. (97) in an experiment with the objective of studying the reaction to auto-immune stimuli in female mice. Females were crossed with males over a period of one year, reinforcing, after each crossing, the immune response of the female with male B6 immunoblasts. Of the 65 mice obtained, 13 developed acute leukaemia, and 50 a chronic “AIDS-like disease”, with the “appearance” of complete intra and extra-cellular C virions with horizontal and vertical transmission capability.

The meaning of these phenomena becomes clear if we add them to the previously mentioned viral activities. Just like bacteria, viral functional aspect in organisms is upset by environmental aggressions, whether intrinsic to the ecosystem or the result of human manipulation, triggering off a “response” in the shape of a pathogenic agent.

In short, it looks like there is enough experimental evidence answering the question about the causes (and consequences) of pathogen-character activation in viruses, which can be added to the already-known factors responsible for “provirus” activation. And we would possibly have many more if we could count those which, with all probability, have been discarded following orthodoxy’s failure at explaining them.

But if to these empirical data, which are increasingly hard to reject as exceptional or negligible in number, we add the effort to find the factor common to all the great (and small) evolutionary puzzles we have been discussing, it is possible to propose a new model totally modifying not only the fundamental mechanism of conventional evolutionary theory, but its very essence, the meaning of the evolutionary processes.

## A new evolutionary model

Such a model can be synthesized in the following way: the origin and evolution of life would be a process of complex system integration, successively auto-organised in higher-level systems. Bacteria would be the basic units, equipped with all the basic processes and mechanisms needed for cellular life, with components that appear to have remained almost unchanged throughout the evolutionary process. Viruses, through their chromosome-integration mechanism, would be the agents that either individually, or in combinations of themselves, would introduce new sequences responsible for embryonic control of new tissue and organ appearance and functional regulation.

Viral and bacterial response capacity to environmental stimuli would justify the inevitably rapid and far-reaching changes shown in the fossil record, forcibly needed due to the complex interrelation between tissues and the whole organism. And their “infective” character would render these changes possible in a considerably large number of organisms simultaneously. On the other hand, this infective character could be implicated in mass and selective extinctions, often coinciding with episodes of environmental disruption, events that would therefore be part of the evolutionary process.

In this context, natural selection, whose lack of creative power has been previously discussed, would be relegated to a secondary plane in the evolutionary process, being occasional and void of meaning as a mechanism for evolution. Competition would no longer be the driving force behind evolution, since new species would arise and mature as a whole. And randomness, be it biological or statistical, would be further called into question by determinism, by the teleological content implied by the existence of “components of life”, whatever their origin. That is, whether these

components have arisen on Earth, as a result of an “emergent property” of matter, or whether this, or any other phenomenon, implies that they exist and propagate in the universe.

But this new model not only leads us to a new view of the nature of biological processes. The relegation of the old concepts, with their deep cultural roots, to their rightful place implies the emergence of new ideas, of new values modelling the way reality is interpreted: in short, a new paradigm.

In the light of the above mentioned facts, this process would mean not only a substantial change in the interpretation of the general evolutionary process, but also a reinterpretation of many of the biological phenomena that are a part and consequence of it. This would be an enormous task, since it would imply, in some way or another, a “re-making of biology”, requiring a new integrated approach to the different research fields. In such an integrated model, it would be possible to fit those processes which are not only inconsistent with conventional theory, but in open contradiction with it.

In this way, in a Complex System Integration Model of Evolution the facts could be explained as follows:

Anti-stress proteins, employed by cells in environmental distress to repair injury, hold a close resemblance in all organisms, indicating extreme conservation. For example, the hsp10 and hsp60 have only been found in mitochondria and chloroplasts. The hsp60 and hsp70, denominated “chaperones”, re-nature proteins de-natured by heat. But, probably more significantly, the hsp70 has been associated with oncoviruses through the PP60 src enzyme implicated in cellular growth regulation (Langer et al., 92; Welch, 92).

Proteins involved in apoptosis (programmed cell death), basic in all living tissues, and with special importance in embryonic development, can work both to favour and to inhibit it. Now the Epstein-Barr virus produces substances “resembling” the Bcl-2 apoptosis inhibitor, or can alternatively manufacture molecules making the host cell increase its own Bcl-2 synthesis (Cohen et al., 92). Papilloma viruses deactivate or degrade the P53 apoptosis regulator, and this process has also been confirmed in various kinds of “viral origin” cancers, to which we will return later on (Korsmeyer, 95).

These phenomena indicate an extreme conservation of fundamental processes, suggesting a kind of evolution not through changes of original sequences, but through the addition of new ones. This would explain, for example, why the study of hormone relationships among all biological groups indicates “lateral links, and not of descent” \* (Barja de Quiroga, 93), or also why shark or human antibody molecules, for example, “have suffered relatively small changes for 450 million years” (Litman, 97). According to this author: “...what does seem surprising is that [...] apparently enigmatic evolutionary jumps take place in short periods, and in an uncommon magnitude, at least in humoral immunity” \*.

Finally, and as exemplary of another fundamental process in Evolution, we will consider certain facts from the genetics of development, whose orthodox interpretation comes into head-on conflict with “official theory”, and which can provide an explanation as to how viral integration has operated upon morphological differentiation in the evolutionary processes. These facts concern homeosis, and are capable of truly explaining the mysterious (and inexplicable) cases of convergent adaptation produced at random. Homeotic genes control different tissue, organ and structure development. When situated at the same positions in chromosomes, they produce the same characteristics in organisms as phylogenetically far apart as toads (*Xenopus laevis*), flies (*Drosophila*), fish, birds and mammals, affecting different level structures, from organs to global differentiations such as axis, segments, etc. “Homeoboxes” for eye, wing, globulin, gastrulation, etc. have been identified (Gilbert et al., 96). The layout and structure of their DNA suggests a formation through successive gene duplication. If to this duplication mechanism, in which transposons play an obvious part, we add the clear viral origin of sequences identified in embryonic



differentiation of different tissues in different taxa, the origin of homeotic genes becomes clear. And their implication for our evolutionary model even more so, since they illustrate the possible working mechanism of viral sequences with specific biological content in new organ emergence.

## A new paradigm

This new perspective offers new interpretations, and therefore possible answers to serious scientific problems resulting from an economicist approach in some cases, and in others from the lack of communication and exchange between different “specialists”, which prevents the incorporation of such problems into an evolutionary context. For the commercial use of pharmaceutical products, or of genetic engineering techniques, whose “spectacular” achievements have had great social repercussions through the media, is conditioning biological research to such a point that it is becoming an entrepreneurial activity. As a result, both the working rationale and the objectives of that work are being profoundly transformed.

In the first place, the need to render the results profitable gives rise to strong competition between different working groups (sometimes putting scientists in unedifying situations and attitudes) so that the fundamental practice of exchanging information and results, once a routine activity, is disappearing.

In the second place, research is increasingly being financed by private enterprises whose economic interests are far stronger than any other, leading to a rushed commercialisation of techniques and products (as patents) whose “side-effects” are only evaluated after their market release. This is the case of research that purports to manipulate “genes of commercial interest” \* (Mackay et al., 92) such as those introduced in plants and animals using transgenic plasmid and retroviral vectors.

Nevertheless, given the special characteristics of these vectors, it would be more prudent to try to understand the phenomenon and put it in its right place in nature, before continuing with manipulations whose end-results might be unforeseeably dangerous, since the problems (already observed) of artificial character propagation to other species (such as the example of “transgenic” maize herbicide resistance) can be uncontrollable.

Another problem of similar consequences and origin is that raised by xenotransplants. The serious “side-effects” of animal organ use have finally been related to the activation of animal endogenous proviruses when introduced in another species. The danger of hybridisation and propagation of “new viruses” is evident.

This last phenomenon might lie behind the emergence of AIDS virus “variants”. Apparently, HIV-1 and HIV-2 are both closer to certain monkey viruses (chimpanzee and *Macaca mulata*) than between themselves (Huet, 90), a fact that supports the hypothesis of an origin brought about by human activities (possibly the preparation of vaccines with whole monkey blood). In other words, we would not be facing a “new” pathogenic virus, but the alteration of an endogenous virus that in normal conditions would have a specific function: immunodepression, a necessary phenomenon in mammals during pregnancy. And this would also explain the effects in AIDS patients treated with wide spectrum antiretrovirals, or with a combination of them. Failure in different organs would be the consequence of an alteration of viral sequences involved in normal activity.

Finally, the implication of viral-origin sequences in embryonic cell proliferation control, together with “proviral” activation factors, allows us to place “oncogenes” in an evolutionary context: “oncoviruses” would not be exceptional cases. With all probability, they would be viruses containing sequences responsible for embryonic development control of specific tissues, and their malignization would be the result of an activation at an inadequate time (Seifarth et al., 95).

In short, these answers might be able to shed some light at least on certain aspects of the problems that up to now have found no easy solution. In any case, they show that the procedures derived from the current paradigm (that is, of its scientific premises, but especially of its social

component) not only distort the approach to these puzzles, but in some cases might be contributing to their creation.

To conclude, and taking up Kuhn's arguments once more, the consequences of such a new approach would not only mean a theoretical model change. The bases of the new paradigm necessarily take us to a new way of interpreting the control mechanism of vital processes, and consequently, to a new perception of and attitude towards nature. If the social (cultural) model determines to a great extent the way we see and relate to the world, it seems clear that the substitution of a paradigm based on competition and irresponsible chance for one of maturing as a whole and of essential unity and co-operation, and very especially of prudence and respect in the face of what we do not know or control, must come together with (or be preceded by) a substantial change in our social and cultural values.

It is true that no matter how benevolent the vision of nature and society may be, the existence of competitive behaviour cannot be ignored. However, in the same way as in the evolutionary process competition, whatever its connotations, is in no case a "creative force" but exactly the opposite, the social model based on "free competition" (which is no more than "big fish eats small fish") is a rosy path for selfish and irresponsible attitudes that can only lead us to a cul-de-sac.

## Acknowledgements

I should like to express my sincere gratitude to Lucía Serrano and María Bornemann for their effective collaboration, and above all for identifying with this work. I would also like to thank Juan Fernández Santarén for his lucid critical revision of the manuscript, and Carlos Sentís for his continuous contribution of information.

## Notes

1. It has been recently suggested (Nature, 28th August 1997) that the origin of the main metazoan clades might be dated to the Ediacarian period. That is, their appearance would be even more sudden and inexplicable.

\* Not original quotation. Re-translated into English from the Spanish version.

## REFERENCES

- \* ALLAN, J. 1997. Silk purse or sow's ear. *Nature Medicine*, 3 (3): 275-276.
- \* AUXOLABEHERE, D. 1992. L'élément transposable P en *Drosophila melanogaster*: un transfer horizontal. *C.R. Soc. Biol.* 186: 641.
- \* BARJA DE QUIROGA, G. 1993. *Fisiología animal y evolución*. Akal Universitaria. Madrid.
- \* BEATTY, J. 1994. Opportunities for genetics in the atomic age. *Hellon Symposium, "Institutional and Disciplinary Contexts of the Life Sciences"*. M.T.I., Cambridge, M.A. (Citado por Gilbert et al., 96).
- \* BENOIT, D. 1997. La bacteria que convierte en hembra. *Mundo Científico*, 176: 124-127.
- \* BIEMONT, C. & BROOKFIELD, J.F. 1996. Los genes saltadores: Patrimonio manipulable. *Mundo Científico*, 170:642-647.
- \* BRENNICKE ET AL. 1993. The mitochondrial genome on its way to the nucleus-different stages of gene-transfer in higher-plants. *FEBS LETTERS*, 325 (1-2): 140-145.
- \* BROSIUS, J. & GOULD, S.J. 1992. On "genomenclature": a comprehensive (and respectful) taxonomy for pseudogenes and other "Junk DNA". *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 89: 10706-10710.
- \* CAIRNS, J. & FOSTER, P.L. 1991. Adaptative reversion of a frameshift mutation in *Escherichia coli*. *Genetics*, 128: 695-701.

- \* COHEN, J.J.; DUKE, R.C.; FADOK, U.A. & SEELINS, K.S. 1992. Apoptosis and Programmed Cell Death in Immunity. *Annual Review of Immunology*, 10: 267-293.
- \* COFFIN, J. 1994. Sexta Conferencia Internacional sobre retrovirus humanos: HTLV. Absecon, New Jersey.
- \* CRICK, F. 1981. *Life itself*. Oxford University Press. Oxford.
- \* CHARLESWORTH, B.; SNIÉGOWSKI, P. & STPAN, W. 1994. The evolutionary dynamics of repetitive DNA in eukaryots. *Nature*, 371: 215-220.
- \* CHILD, C.M. 1941. *Patterns and Problems of Development*. Univ. of Chicago Press. Chicago.
- \* DAWKINS, R. 1975. *The selfish gene*. Oxford University Press.
- \* DAWKINS, R. 1986. *The blind watchmaker*. Longmans. London.
- \* DEVILLERS, CH.; CHARLINE, J. & LAURIN, B. 1990. En defensa de una embriología evolutiva. *Mundo Científico*, 10 (105): 918.
- \* DNIG, D. & LIPSHITZ, H.D. 1994. Spatially regulated expression of retrovirus-like transposons during *Drosophila melanogaster* embryogenesis. *Genetical Research*, 64: 3.
- \* DOBZHANSKY, TH. 1951. *Genetics and the origin of species*. Columbia University Press. New York.
- \* DOMBROUSKI, B.A.; MATHIAS, S.L.; NANTHAKUMAR, E.J.; SCOTT, A.F. & KAZAZIAN, M.M.Jr. 1991. Isolation of the L1 gene responsible for a retrotransposition event in man. *Am. J. Hum. Genet.*, 49: 403.
- \* ELDREDGE, N. & GOULD, S.J. 1972. *Models in Paleobiology*. T.J.M. Schopf (ed.) W.M. Freeman.
- \* GALITSKI, T. & ROTH, J.R. 1995. Evidence that F plasmid transfer replication underlies apparent adaptative mutation. *Science*, 268: 421-423.
- \* GARCIA, J.; BAYASCAS, J.R.; MARFANY, G.; MUÑOZ, A.; CASALI, A.; BAGUNA, J. & SALO, E. 1995. High copy number of highly similar mariner-like transposons in planarian (*Platyhelminthe*): evidence for a trans-phyla horizontal transfer. *Molecular Biology and Evolution*, 12: 3.
- \* GAUNT, Ch. & TRACY, S., 1995. Deficient diet evokes nasty heart virus. *Nature Medicine*, 1 (5): 405-406.
- \* GESTELAND, R.F. & ATKINS, J.F. 1993. *The RNA World*. Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- \* GILBERT, S.F.; OPITZ, J.M. & RAFFS R.A. 1996. Resynthesizing Evolutionary and Developmental Biology. *Developmental Biology*, 173: 357-372.
- \* GOLDSCHMIDT, E. 1940. *The material basis of evolution*. Yale University Press.
- \* GOULD, S.J. 1986. *El pulgar del panda*. H. Blume Editores. Madrid.
- \* GOULD, S.J. 1987. *Is a New and General Theory of Evolution Emerging?* F.E. Yats (ed): *Self Organizing Systems. The Emergence of Order*, Plenum Press, London, New York.
- \* GOULD, S.J. 1987. *La sonrisa del flamenco*. H. Blume Editores. Madrid.
- \* GOULD, S.J. 1994. La evolución de la vida en la Tierra. *Investigación y Ciencia*, 219: 55.
- \* GOUYON, P.M. & COUVERT, D. 1985. Selfish cytoplasm and adaptation: variation in the reproductive system of thyme. Im. J. Haeck, J. W. Woldendorp (eds). *Structure and functioning of*

plant population, 2: 299. North Holland Publ. Comp. New York.

\* GOUYON, P.M. & COUVERT, D. 1987. A conflict between two sexes, females and hermaphrodites. En S. Stearn ed. "The Evolution of sexes and its consequences". Birkhanser Verlag, Berlin.

\* GRASSÉ, P. 1977. La evolución de lo viviente. H. Blume Ediciones. Madrid. (Traducción de "L'Evolution du vivant", 1975).

\* HALDANE, J.B.S. 1957. The estimation of viability. *J. Genetics*, 54: 294.

\* HALL, S.G. 1990. Genetic imprinting: Review and relevance to human diseases. *Am. J. Hum. Genet*, 46: 857-873.

\* HARRISON, R.G. 1937. Embriology and its relations. *Science*, 85: 369-374.

\* HOYLE, A. 1982. Evolution from space. University College Cardiff Press.

\* HUET, T. 1990. Genetic organization of a chimpanzee lentivirus related to HIV-1. *Nature*, 345: 356.

\* INDRACCOLO, S.; GUNZBURG, W.M.; LEIBMOSCH, C.; ERFLE, U. & SALMONS, B. 1995. Identification of three human sequences with viral superantigen-specific primers. *Mammalian Genome*, 6: 5.

\* KIM, A.; TERZIAN, C.; SANTAMARIA, P.; PELISSON, A.; PURD'HOMME, N. & BUCHETON, A. 1994.

Retroviruses in invertebrates: The Gypsy retrotransposon is apparently an infectious retrovirus of *Drosophila melanogaster*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, 91 (4): 1285-1289.

\* KIM, J.; YU, C.; BAILEY, A.; HARDISON, R. & SHEN, C. 1989. Unique sequence organization and erythroid cell-specific nuclear factor-binding of mammalian theta-1 globin promoters. *Nucleic Acids Res*, 17 (14): 5687-5700.

\* KORSMEYER, S.J. 1995. Regulators of Cell Death. *Trends in Genetics*, 11 (3): 101-105.

\* KUHN, T. S. 1962. The Structure of Scientific Revolutions. University of Chicago Press.

\* LANGER, T.; LU, C.; ECHOLS, H.; FLANAGAN, J.; HAYER, M.K. & ULRICH, F. 1992. Successive Action of DNAK, DNAJ and GroEl Along the Pathway of Chaperone-Mediated Protein Folding. *Nature*, 356 (6371): 683-689.

\* LITMAN, G.W. 1997. Origen de la inmunidad en los vertebrados. *Investigación y Ciencia*, 244.

\* LYDEN, T.W.; JOHNSON, P.M.; MWENDA, J.M.; ROTE, N.S. 1995. Expression of endogenous HIV-1 crossreactive antigens within normal extravillous trophoblast cells. *Journal of Reproductive Immunology*, 28: 3.

\* MACKAY, T.F.C. ET AL. 1992. Effects of P-element insertions on quantitative traits in *Drosophila melanogaster*. *Genetics*, 130 (2): 315-332.

\* MARGULIS, L. & SAGAN, D. 1985. El origen de la célula eucariota. *Mundo Científico*, 5 (46).

\* MARGULIS, L. & SAGAN, D. 1995. What is life?. Simon & Schuster. New York. London.

\* MATHIAS, S.L.; SCOTT, A.F.; KAZAZIAN, H.H.; BOEKE, J.D. & GABRIEL, A. 1991. Reverse transcriptase encoded by a human transposable element. *Science*, 254: 1808-1810.

\* MAYR, E. 1966. Animal Species and Evolution. Harvard Univ. Press, Cambridge.

\* MAYR, E. 1997. The establishment of evolutionary biology as a discrete biological discipline.

BioEssays, 19 (3): 263-266.

- \* McCLINTOCK, B. 1951. Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol, 16: 13.
- \* McDONALD, J. & CUTICCHIABA, J. 1993. En "Transposable Elements and Evolution". McDonald, J. (ed). Kluwer.
- \* MITMAN, G. & FAUSTO-STERLING, A. 1989. Whatever happened to Planaria? C.M. Child and the physiology of inheritance. En "The Right Tool for the Right Job: At Work in Twentieth-Century Life Sciences" (A.E. Clarke & J.H. Fujimura, eds.). Princenton Univ. Press, Princenton.
- \* MORAN, J.V.; ESKES, R.; KENNEL, J.C.; LAMBOWITZ, A.M.; BUTOW, R.A. & PERLMAN, P.S. 1995. Mobil group II introns of yeast mitochondrial DNA are novel site-specific retroelements. Molecular and Cellular Biology, 15 (5): 2828.
- \* NEUMANN, B.; KUBICKA, P. & BARLOW, D.P. 1995. Characteristics of imprinted genes. Nature Genetics, 9: 12-13.
- \* OOSUMI, T.; BELKNAP, W.R. & GARLICK, B. 1995. Mariner transposons in humans. Nature, 378: 672.
- \* PAUL, D.B. 1988. The selection of survival of the fittest. J. Hist. Biol., 21: 411-424. (Citado por Gilbert et al., 96).
- \* PREVOSTI, P. 1984. Darwinismo y mendelismo. En "En el Centenario de Mendel: La Genética ayer y hoy." Ed. Alhambra, Madrid.
- \* RAMPINO, M.R. & STOTHERS, R.B. 1984. Terrestrial mass extinctions, cometary impacts and the sun's motion perpendicular to the galactic plan. Nature, 308: 709.
- \* REBEK, J. 1994. A template for life. Chemistry in Britain, 30 (4).
- \* ROBINS, D. & SAMUELSON, L. 1993. En Transposable Elements and Evolution. McDonald, J. (ed). Kluwer.
- \* ROUSSET ET AL. 1992. Wolbachia endosymbionts responsible for various alterations of sexuality in arthropods. Proc. R. Soc. Lond. Series B-Biological Sciences, 250 (1328): 91-98.
- \* RÜBSAMEN-WAIGMANN, H. & DIETRICH, U. 1991. La genealogía de los virus. Mundo Científico, 11(117).
- \* SANDIN, M. 1995. Lamarck y los mensajeros. La función de los virus en la evolución. Ed. Istmo, Madrid.
- \* SEIFARTH, W.; SKLANDY, M.; KRIEGSCHNEIDER, F.; REICHERT, A.; MEHLMANN, R. & LEIBMOSCH, C. 1995. Retrovirus-like particles released from the human breast cancer line T47-D display type B- and C- related endogenous retroviral sequences. Journal of Virology, 69: 10.
- \* SEPKOSKI, J. 1993. Fundamentos de la vida en los océanos. En "El libro de la vida". S.J. Gould (ed.). Ed. Crítica, Madrid.
- \* STANLEY, S. M. 1981. The New Evolutionary Timetable. Simon & Schuster, New York.
- \* STOYE, J.P. 1997. Provirus pose potential problems. Nature, 386: 126-127.
- \* TER-GRIGORIOV, V.S.; KRIFUKS, O.; LINBASHEVSKY, E.; NYSKA, A.; TRAININ, Z. & TODER, V. 1997. A new transmissible AIDS-like disease in mice induced by alloimmune stimuli. Nature Medicine, 3 (1): 37-41.
- \* TRISTEM, M.; MYLES, T. & HILL, T. 1995. A highly divergent retroviral sequence in the tuatara (Sphenodon). Virology, 210: 1.
- \* VARMUS, M.E. 1988. Retroviruses. Science, 240: 1427-1435.

\* WEISS, P. 1939. Principles of Development. Holt, New York.

\* WELCH, W.J. 1992. Mammalian Stress Reponse: Cell Physiology, Structure/Function of Stress Proteins, and Implications for Medicine and Disease. Physiological Reviews, 72: 1063-1081.

➤ WILKINS, A.S. 1996. Are there "Kuhnian" revolutions in Biology? BioEssays, 18 (9): 695-696.

## SOBRE UNA REDUNDANCIA: EL DARWINISMO SOCIAL

MÁXIMO SANDÍN. DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA. FACULTAD DE CIENCIAS.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID.

ASCLEPIO Vol. LII, Fascículo 2, Año 2000. CSIC. Madrid.

Uno de los valores relevantes que las ciencias sociales, o las humanidades, han aportado al progreso del conocimiento es un aspecto autocrítico o relativista. La conciencia de que las explicaciones de fenómenos son, en muchos casos, interpretaciones es, sin duda, una actitud más fructífera que la fe ciega en las "observaciones objetivas". Así, los historiadores, que saben de "la historia escrita por los vencedores", nos pueden ayudar a los biólogos a reinterpretar la historia del darwinismo escrita por darwinistas.

La entusiasta versión de esta historia en los textos tanto académicos como divulgativos sobre la evolución contiene, generalmente, ligeros matices sobre este tema: *"la aparición, en 1859 del libro "El origen de las especies" de Charles Darwin supuso una revolución intelectual que inauguró una nueva era en la historia cultural de la Humanidad..." "Darwin, con la Teoría de la Evolución, completa la revolución copernicana que comenzó en los siglos XVI y XVII con los descubrimientos de Copérnico, Galileo y Newton..." "Su libro constituyó una (a veces "la") de las mayores hazañas intelectuales que el hombre haya llevado a cabo jamás"*. Generalmente, tras una (no siempre) piadosa referencia a Lamarck y a su error de la creencia en la herencia de los caracteres adquiridos, se reconoce a A.R. Wallace (quien en 1858 envió desde Java su manuscrito a Darwin en el que proponía el proceso de selección natural) un pequeño papel en la copaternidad de la Teoría, pero puntualizando que Wallace difería de Darwin en algunas cuestiones importantes como por ejemplo negar que la selección natural era suficiente para explicar el origen del hombre (lo que parece ser un grave error porque "está demostrado"). Los más objetivos (o menos entusiastas) llegan a admitir que la idea de la evolución "estaba ya en el aire" cuando Darwin publicó la teoría definitiva. Pero los datos históricos nos demuestran que ya estaba expresada en soportes más sólidos que el éter. Aunque autores como G.C. Gillispie (59) y B. Glass (59) han identificado más de treinta naturalistas y filósofos que expusieron claramente antes que Darwin la idea de la evolución y/o la selección natural (y lo que es más importante, para algunos la selección natural no era considerada un mecanismo de evolución y para algunos otros ésta se consideraba confinada a los límites de las especies), vamos a limitarnos a los antecedentes más inmediatos a Darwin y que él conoció.

En 1809 se publicó en París *"Filosofía Zoológica"*, el primer tratado completo sobre la evolución. Su autor, Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, caballero de Lamarck, conservador del *Jardin du Roi*, había adquirido una amplia formación en Historia Natural. Había realizado estudios de Botánica, a menudo en compañía de Rousseau, y obtenido puestos prestigiosos en instituciones científicas bajo el apoyo de Buffon. Entre sus muchos logros están el aportar criterios científicos actuales, como por ejemplo el término "invertebrado" (hasta entonces los taxónomos usaban la presencia o ausencia de sangre), o la denominación "Biología", que ponía nombre a una nueva ciencia que estudiaba los principios de la vida.

La versión satírica que la mayoría de los biólogos hemos recibido de la obra de Lamarck, elimina drásticamente su aportación a nuestra ciencia con la sentencia de su "errónea creencia en la herencia de los caracteres adquiridos" (ya saben, el cuello de la jirafa). Pero ni esta era la idea fundamental de su obra ni fue original de Lamarck. Era simplemente un criterio muy común por entonces, que por cierto Darwin utilizó en los (muchos) casos que no podía explicar mediante la selección natural. Su "error" fundamental era que su visión global de la evolución sugería una tendencia natural de los organismos a incrementar su complejidad (un error tan "grave" que todavía ocupa tratados, debates y congresos encaminados a explicar esta complejidad, *"dependiendo de lo que consideremos progreso"* (Ayala, 88). Otro de sus "errores" derivados de la citada visión globalizadora del proceso evolutivo es que veía éste fenómeno como un camino por el que una

especie podría sobrevivir, en una forma alterada, a pesar de los cambios ambientales, es decir, una forma de escapar a la extinción. Por si esta idea suena extraña, lo explicaremos, en terminología más moderna, en palabras de Niles Eldredge (97): *"...Como nos dice tan elocuentemente el registro fósil, el sistema se degrada y tiene que ser reconstruido, utilizando sus supervivientes para moldear una nueva versión que funcione"*<sup>[1]</sup>.

Aunque la obra de Lamarck tuvo una importante repercusión entre los naturalistas del siglo XIX (los partidarios de la evolución eran llamados lamarckianos), el final de su vida cuya narración por sus detractores no resulta exenta de cierta mordacidad (*"En sus ratos libres, Lamarck adquirió seis hijos y una esposa -en ese orden-. Más adelante tuvo dos hijos más y otras dos o tres esposas"* (Harris, 85)<sup>[2]</sup> no parece muy merecido. En la ancianidad, fué vapuleado científicamente por un joven y brillante Cuvier, catedrático de Historia Natural, de Anatomía comparada y secretario de la Academia de Ciencias de París. Pasó sus últimos once años de vida ciego y en la indigencia. Fue enterrado en una fosa común y sus detractores no olvidan recalcar que sus huesos fueron exhumados cinco años más tarde para hacer sitio para otros. Sin embargo, finalmente, su memoria fue rehabilitada: *"La estatua de Lamarck en los jardines de Luxemburgo, le reivindica de modo chovinista (el subrayado es mío) como "fundador de la evolución"* (Strathern, 99)<sup>[3]</sup>.

Pero Lamarck no fue sólo el fundador de la teoría de la evolución, no sólo aportó conceptos hoy obvios y fundamentales y nos indicó y ensanchó a los biólogos nuestro campo de investigación; si releemos sus textos veremos que también nos enseñó (lo intentó, al menos) a pensar científicamente sobre la Naturaleza de la vida y a buscar el sentido de este misterioso y complejo fenómeno. En palabras de C. Leon Harris (85): *"A partir de 1790 Lamarck empezó a ponerse cada vez más pesado con sus grandes ideas de unificar toda la ciencia bajo una filosofía general basada en unas pocas leyes"*<sup>[4]</sup>. Estas son las suyas:

*"Sabemos que cualquier ciencia debe tener su filosofía y que sólo por este camino hace progresos reales. Los naturalistas gastarán vanamente su tiempo describiendo nuevas especies, captando nuevos matices y todas las pequeñas particularidades de sus variaciones para agrandar la lista inmensa de las especies inscritas, en una palabra, instituyendo diversos géneros, cambiando sin cesar el empleo de las consideraciones para caracterizarlas; si la filosofía de la ciencia se descuida, sus progresos no serán reales y la obra entera quedará imperfecta"* (Filosofía Zoológica), (1809)<sup>[5]</sup>.

Algunos historiadores darwinistas admiten que *"Tras la aparición de los "Principles of Geology" de Lyell en 1832 y tras la aparición en 1834 del popular "Vestiges of the Natural History of Creation", de Robert Chambers (1802-1871), ningún ingles culto podía considerar como propia la idea de la evolución"* (Harris, 85)<sup>[6]</sup>. Lo que, tal vez, les cueste más trabajo admitir es que ningún inglés, culto o inculto, puede considerarse propietario de la idea de la selección natural. En 1750, Pierre-Louis Moreau de Maupertuis, uno de los científicos más prestigiosos de la ilustración escribió en su *"Essai de Cosmologie"* una lúcida interpretación de este fenómeno. Lo resumiremos en unas pocas líneas: *"El azar, podríamos decir, produjo un vasto número de individuos: de éstos, una pequeña proporción estaba organizada de tal forma que los órganos de los animales podían satisfacer sus necesidades. Un número mucho mayor no mostró ni adaptación ni orden; estos últimos han perecido todos... Así pues, las especies que vemos hoy no son más que una pequeña parte de las que el destino ciego ha producido."*<sup>[7]</sup> Leon Harris reconoce que Maupertuis era consciente del papel destructivo de la selección natural en la eliminación de los no aptos, *"pero no alcanzó a ver que de un proceso así podrían surgir nuevas especies"*<sup>[8]</sup>. Quizás Harris no haya considerado que mediante la observación y la reflexión es muy poco probable llegar a pensar que la "eliminación de los no aptos" sea un medio de producción de nuevas especies, a no ser que te graben laboriosamente la idea en el cerebro a lo largo de tus estudios de Biología.

Conceptos semejantes de selección natural fueron repetidamente planteados por Denis Diderot (1713-1784), William Charles Wells (1757-1818) y Patrick Matthew (1790-1874). Este último, que al



igual que Darwin admitía la creencia, generalizada por entonces, de la herencia de los caracteres adquiridos anticipó conceptos científicos que podrían haber resultado muy fructíferos de no haber sido sepultados en el olvido: los ecosistemas y la coevolución: *"Entre los millones de variedades específicas de seres vivos que ocupan la porción húmeda de la superficie de nuestro planeta hasta donde podamos remontarnos, no parece, con excepción del hombre, haber existido ninguna raza especialmente acaparadora, sino un equilibrio bastante justo de los poderes de ocupación, o más bien, una maravillosa variación de las circunstancias paralela a la naturaleza de todas las especies, como si estas o aquellas hubieran crecido juntas"* (*"Accommodation of Organized Life to Circumstance, by Diverging Ramifications"* 1831)<sup>[9]</sup>.

Parece pues, meridianamente claro que los conceptos científicos de evolución y selección natural no fueron en absoluto originales de Darwin. En concreto, Matthew murió reclamando la prioridad del "Principio de la Selección Natural". Darwin, muy molesto por ello, se alegró mucho cuando le comunicaron que en 1813 el doctor Wells lo había explicado con toda claridad por lo que *"el pobre y viejo Patrick Matthew no es el primero"*<sup>[10]</sup>. Entonces: ¿Cuál fue exactamente la "proeza intelectual" del *"autor de una de las mayores ideas de la humanidad"* <sup>[11]</sup> (Strathern) (99) que completó la revolución copernicana? Dado que las interpretaciones y argumentos científicos no parecen poder aportar mucha luz a estas preguntas, habremos de recurrir una vez más a la historia. Y hay que reconocer que, en este caso, el personaje, en lo que respecta a sus características y personalidad, por lo que ésto pueda tener de influencia en su obra, no necesita de comentarios maliciosos de sus detractores. Con las narraciones de sus apologistas tiene suficiente.

No parece necesario recurrir a profundos estudios psicológicos para sospechar que la historia personal de Darwin y su formación como clérigo, junto con el entorno social en el que ésta se desarrolló, contribuyeron en gran medida a conformar su visión del mundo. Para no dar la impresión de una animadversión personal (inexistente) contra él, me limitaré a recomendar a este respecto la lectura del brevísimo pero sustancioso libro *"Darwin y la evolución"* de Paul Strathern (Ed. Siglo XXI) y a comentar sucintamente un episodio de su vida que puede dar cuenta de esta posible influencia. Los asfixiantes convencionalismos que constreñían a la clase media de la Inglaterra victoriana, obligaban a llegar al matrimonio como único medio de mitigar la frustración sexual. Tras unas prosaicas y poco edificantes evaluaciones sobre el matrimonio y las mujeres que se han encontrado entre sus notas personales, (Thuillier, 90) Darwin llegó a la conclusión de que le interesaba una mujer *"que sea un ángel y que tenga dinero"*<sup>[12]</sup>. Sin ir más lejos, su prima Emma Wedgwood representaba una buena inversión. No era precisamente una belleza, pero su familia disponía de unas magníficas rentas. Tras meticulosos cálculos sobre lo que le correspondía, Darwin se casó con ella. La narración de esta pequeña (pero práctica) hazaña intelectual no viene a cuento aquí con el objeto de cuestionar su grandeza de espíritu, sino para comprender su posible influencia en sus observaciones científicas. En *"El Origen del Hombre"* sus ideas sobre la selección sexual, consideradas fundamentales para reforzar la, ya para él debilitada, selección natural, estaban basadas en su observación de que, en todas las especies, las crías, tanto hembras como machos, se asemejaban a las hembras. Esto le llevó a concluir que los machos representaban un *"estadio evolutivo más avanzado que las hembras"*<sup>[13]</sup>. Según Paul Strathern: *"Su trabajo en este terreno parece resentirse de una falta de rigor científico atípica en él, así como de conclusiones extraídas de un solo espécimen, su esposa"*<sup>[14]</sup>.

Pero esta tendencia a convertir sucesos restringidos en leyes generales, no parece limitarse a su opinión sobre más de la mitad de la humanidad. Su (aparente) logro científico que se ha perpetuado hasta la actualidad, la selección natural, no tenía un campo de visión mucho más amplio. Su versión de este fenómeno, bastante más "sencilla" que las precedentes, basadas en la observación de la naturaleza, era una extrapolación directa de las actividades de los ganaderos y criadores de palomas de su país (posiblemente sin ir muy lejos de su casa): *"Viendo que, indudablemente, se han presentado variaciones útiles al hombre, ¿puede acaso dudarse de que de la misma manera aparezcan otros que sean útiles a los organismos mismos, en su grande y compleja batalla por la*

vida, en el transcurso de las generaciones?. Si esto ocurre, ¿podemos dudar -recordando que nacen muchos más individuos de los que acaso pueden sobrevivir- que los individuos que tienen ventaja, por ligera que sea, sobre otros, tendrán mayor probabilidad de sobrevivir y reproducir su especie?. Y al contrario, podemos estar seguros de que toda variación perjudicial, por poco que lo sea, será rigurosamente eliminada. Esta conservación de las diferencias favorables de los individuos y la destrucción de las perjudiciales es lo que yo he llamado Selección Natural"<sup>[15]</sup>. En palabras del genetista de poblaciones F.J. Ayala (99): "La explicación darwinista de la evolución de los organismos (el subrayado es mío) por medio de la selección natural, es, como tantas otras proezas de la mente humana, extremadamente simple, al mismo tiempo que poderosa" <sup>[16]</sup>. Y es cierto que, a juzgar por los resultados de su implantación social, se ha convertido en muy poderosa. Pero es más cierto aún que es extremadamente simple (probablemente esta sea la causa de su poder). Incluso la selección forzada por los ganaderos de animales extraños o defectuosos que en condiciones naturales lo tendrían muy difícil (con enanismo, obesos, con gigantismo...) o con variaciones superficiales o accesorias se ha realizado desde hace 10.000 años pero, como habían observado Maupertuis y Diderot, sin transgredir los límites de la especie. Y el que en la naturaleza los individuos defectuosos sean eliminados por la "selección" o que una característica superficial resulte favorecedora en un medio concreto (como el manido ejemplo del "melanismo industrial" de la polilla del abedul [Ayala, 99]) tiene muy poco que ver con los complejos cambios de organización genética y morfológica que conlleva la evolución.

Pero esta argumentación no es nueva. Experimentados naturalistas contemporáneos de Darwin tenían claro este hecho: según Fleeming Jenkin "*Una planta o un animal no puede modificarse más que dentro de ciertos límites. Existe una esfera de variación de la que el organismo no puede salirse*". Además, como se puede comprobar en animales seleccionados cuando retornan a la libertad: "*no solamente no pueden variar indefinidamente, sino que muchos sujetos vuelven a la condición primera*" (Thuillier, 90)<sup>[17]</sup>. Ya en la década de 1860 se dudaba de si unas variaciones muy débiles bastaban para explicar la formación de especies nuevas. Por ejemplo, según Strathern (99), el zoólogo católico George Mivart (por cierto, no es fácil encontrar referencia al clérigo anglicano Charles Darwin, aunque cabe sospechar que tendrá posiblemente un significado semejante) puso objeciones bien precisas y sólidas: los órganos bien desarrollados (tales como el ojo) constituían una evidente ventaja pero, ¿qué beneficios representaban estos órganos en las primeras fases de su desarrollo?, ¿cómo es posible que la selección pueda "percibir" innovaciones que al principio no podían ser más que mínimas y poco ventajosas para el organismo?

Estos son sólo unos pocos ejemplos de las repercusiones científicas de la "revolución darwinista". Sin embargo, cuando en los libros "oficiales" se habla de las controversias que suscitó la obra de Darwin, se mencionan las planteadas por las fuerzas conservadoras ante el ataque a las creencias religiosas establecidas (el debate entre Huxley y el obispo Wilberforce se ha constituido en una reiterativa rutina en estos libros). Pero es más difícil encontrar información sobre críticas epistemológicas muy sólidamente argumentadas por científicos prestigiosos. El reverendo Samuel Houghton, filósofo y geólogo, afirmó: "*Si a un químico o un mineralogista cualquiera se le ocurriera establecer una teoría geológica (tan mediocre) sobre el origen de la sosa y de la cal, sus colegas le tomarían por un chiflado*". Comentarios semejantes le dedicó William Hopkins, especialista en matemática aplicada a la física y a la geología, que añadió: "*La teoría del señor Darwin no puede explicar nada, ya que es incapaz de asignar una relación necesaria entre los fenómenos y las causas que les atribuye*". (Thuillier, 90)<sup>[18]</sup>.

Críticas y objeciones cada vez más contundentes se pueden seguir encontrando a medida que nuevas simplificaciones de los procesos naturales (que veremos más adelante) han ido consolidando el darwinismo científico. Pero posiblemente las más relevantes sean las dudas y objeciones planteadas por el mismo Darwin. Y éstas son tantas y tan variadas que su transcripción sobrepasa, en mucho, las dimensiones de este artículo. Vamos pues a limitarnos a reproducir algunas significativas.

En sucesivas ediciones de "El Origen de las Especies", Darwin fue introduciendo nuevas y confusas aclaraciones, "intentando remediar las dificultades que surgían" (Thuillier, 90)<sup>[19]</sup>. El problema para explicar como en la naturaleza un pequeño cambio individual podía mantenerse, le obligó a proponer una "tendencia a variar de la misma manera"<sup>[20]</sup>. Esta tendencia sería impulsada por el medio. Más tarde, ante la observación de que una variación única tendería a diluirse entre la población, propuso que estas variaciones "debían aparecer simultáneamente en gran número de individuos"<sup>[21]</sup>. En otros casos, sus explicaciones se encuadran dentro de lo que llamamos neutralismo, es decir, variaciones "sin importancia para la prosperidad de la especie"<sup>[22]</sup> debido a que "han podido actuar diversas causas que han hecho constantes las diferencias, pero sin ninguna intervención de la selección natural"<sup>[23]</sup>. En otras ocasiones, "El uso (...) refuerza y desarrolla algunas partes, mientras que la falta de uso las disminuye; y (...) estas modificaciones son hereditarias"<sup>[24]</sup>. Pero, tal vez, las objeciones más lúcidas dentro de esta confusión son las que siguen: "Hasta este punto he hablado como si las variaciones (...) se debieran al azar. Esto, por supuesto, es una expresión totalmente incorrecta, pero sirve para reconocer sin ambages nuestra ignorancia acerca de las causas de cada variación particular"<sup>[25]</sup>. O "¿Por qué si las especies han descendido de otras especies mediante gradaciones insensiblemente diminutas, no vemos en todas partes innumerables formas de transición? ¿Por qué no está toda la naturaleza en confusión, en lugar de estar las especies como las vemos, bien definidas?"<sup>[26]</sup>. Pero esta evidente contradicción con su teoría no sólo se mostraba nítidamente en los seres vivos, sino que reflejaba su historia en el registro fósil, ya que, según Darwin, si las transiciones de las morfologías de unos tipos de organismos en otras se produjeran de forma gradual; "...La cantidad de eslabones intermedios y de transición entre todas las especies vivas y extinguidas ha de haber sido inconcebiblemente grande"<sup>[27]</sup>. Y, aunque justificaba esta ausencia como consecuencia de "imperfecciones en el registro fósil", le intranquilizaba la opinión de los más eminentes geólogos y los más grandes paleontólogos contemporáneos suyos que mantenían la persistencia sin cambios de las especies en el registro fósil<sup>[28]</sup>.

Ante todos estos problemas "Darwin continuó buscando una teoría de la evolución largo tiempo después de darse cuenta de que se produce algún tipo de selección natural" (Harris, 85)<sup>[29]</sup>. Finalmente, abandonó la idea de la selección natural. En palabras de Paul Strathern: "De lo sublime a lo ridículo. En su lugar propuso una teoría pergueñada por primera vez en el siglo V a.C. por el filósofo griego Demócrito, conocida como Pangénesis. Su versión moderna afirmaba que cada órgano y sustancia del cuerpo segregaba sus propias partículas características, que luego se combinaban para formar las células reproductivas. Las partículas segregadas por cada órgano eran un eco fiel no sólo de las características, sino también de la respectiva fuerza, tamaño y salud del órgano". Como vemos no tiene nada de ridículo ya que es una especie de "camino inverso" de los mecanismos genéticos desconocidos por aquel entonces. El error más terrible es que "Suponía, por ejemplo, que si un individuo expandía su musculatura haciendo pesas, su aspecto musculoso sería transmitido a la descendencia. En otras palabras, la pangénesis conducía a Lamarck y sus características heredables"<sup>[30]</sup>.

Pero, posiblemente, esta fue su única "convergencia" vital con Lamarck. Darwin, que murió rodeado de fama y abundancia económica, fue enterrado entre honores en la catedral de Westminster a pocos metros de Isaac Newton.

En definitiva, la historia de Darwin escrita por darwinistas nos muestra al hombre responsable de la "proeza intelectual" que condujo a una "nueva era en la historia cultural de la humanidad" como una persona no muy brillante (en palabras de su padre "un chico muy corriente, más bien algo por debajo del promedio" [Hemleben, 71])<sup>[31]</sup>, siempre perseguido, como hemos visto, por las dudas derivadas de su honestidad intelectual, que queda demostrada en la plañidera carta que escribió al geólogo Lyell sobre el manuscrito de Wallace recibido en 1858: "...Por favor, devuélvame el manuscrito, ya que aunque él no me dice que desee que lo publique, escribiré

*inmediatamente y lo ofreceré a cualquier revista. Así, toda mi originalidad, valga lo que valga, quedará destruida, aunque mi libro, si es que alguna vez llega a tener valor, no quedara deteriorado, ya que todo el trabajo consiste en la aplicación de la teoría"*<sup>[32]</sup>. Sin embargo, a pesar de sus dudas sobre su creatividad, era un trabajador metódico y voluntarioso. A lo largo de su vida publicó abundantes obras sobre observaciones geológicas, orquídeas, percebes y animales y plantas domésticos que posiblemente ofrezcan una dimensión más real de sus aportaciones científicas. Lo que resulta más difícil de explicar, basándonos en sus propios escritos, es cómo sus paisanos contemporáneos consiguieron convencerle (si es que llegaron a hacerlo) de que su obra principal había desentrañado los misterios de la naturaleza. Aunque según Leon Harris: *"...Darwin no fue, en efecto, el primero en sugerir la idea de la evolución y de la selección natural. No obstante, una cosa es que los evolucionistas anteriores propusieran la idea, y otra bien distinta que consiguieran convencer a los científicos"*<sup>[33]</sup>. A los que nos han inculcado el noble ideal de que las aportaciones científicas son patrimonio de la humanidad y de que la única compensación que al autor le cabe esperar de ellos es el reconocimiento, nos resulta extraña la justificación de la consagración de Darwin como una de las más relevantes figuras de la humanidad en función de unos méritos exclusivamente publicitarios.

De todos modos, la afirmación de que "consiguió convencer a los científicos" quizá sea una generalización injustificada, tanto por las reacciones que, como hemos visto, suscitó, como porque ni él mismo lo estaba. Lo que sí es cierto es que su principal libro *"El Origen de las Especies"* tuvo una gran acogida y un éxito inmediato. El primer día de su publicación, la edición de 1.250 ejemplares se agotó, y lo mismo ocurrió, en unos pocos días, con la segunda edición de 3.000 ejemplares. Estos hechos sorprendieron a Darwin, ya que, según él, su libro era *"bastante aburrido"*. Pero este éxito, que lo convirtió en *"la obra científica más leída del siglo"* (Hemleben, 71<sup>[34]</sup>), no fue, evidentemente, un éxito científico (cabe suponer que de los 4.250 lectores iniciales, solo una pequeña proporción estaría formada por hombres de ciencia). ¿Cuál pudo ser, pues, el verdadero motivo del éxito? Para comprenderlo habrá que situar el hecho en un contexto histórico y social.

La situación social de la Inglaterra de finales del siglo XVIII y los primeros años del siglo XIX era turbulenta. Fueron los tiempos de la masacre de Peterloo y de los mártires de Tolpuddle. En pleno auge de la expansión colonial y de la revolución industrial se había producido *"un desplazamiento de riquezas que no actuó de igual forma sobre los beneficiarios y las víctimas"* (Mozaré, 77)<sup>[35]</sup>. Las leyes de cercamiento de fincas, promulgadas en el siglo XVIII, permitieron a los propietarios vallar sus tierras para utilizarlas como pastos para el ganado y al mismo tiempo, desalojar a sus renteros, condenándoles a ser barata mano de obra industrial en las ciudades. La miseria y la superpoblación inquietaron al clérigo y economista Thomas Malthus, quien convenció a su primer ministro de que en las "casas de trabajo" destinadas a los indigentes, los sexos deberían estar separados. Su *"Ensayo sobre el principio de la población"*, publicado en 1798 y ampliado en 1803, proponía que el aumento geométrico de la población en un mundo en el que la producción de alimentos aumentaba aritméticamente impondría siempre la "lucha por la supervivencia". Y no eran precisamente principios filantrópicos los que guiaban a Malthus. Según R.C. Lewontin (92) el ensayo era un argumento contra la vieja *"Ley Inglesa de los Pobres"*, que encontraba demasiado protectora, y en favor de un control mucho más estricto de los pobres para que no se reprodujeran y crearan inquietud social (lo cual no le impidió tener numerosos hijos). Para C. Leon Harris, *"El razonamiento de Malthus era que el progreso era imposible a menos que exista un abastecimiento ilimitado de alimentos, por lo que las políticas dirigidas a mejorar la situación de los pobres eran equivocadas (...) Los defensores del Laissez faire podría así ignorar a los niños hambrientos con la conciencia tranquila"*<sup>[36]</sup>.

Los defensores del Laissez faire habían trasladado a Gran Bretaña una simplificación de la visión "científica" de la economía de los fisiócratas franceses, convenientemente adecuada a los intereses de las clases dominantes. Su figura más influyente fue Adam Smith, que tradujo ese

término mediante la metáfora de "la mano invisible del mercado" y al que también preocupaba que los trabajadores y "otras clases inferiores de personas" engendraban demasiados hijos, los cuales harían disminuir los salarios a un nivel de subsistencia. Había nacido el Liberalismo económico, que convirtió a los ciudadanos y a los países en competidores, y con el murió la idea del precio justo, ya que desde entonces los precios estarían regulados por la "ley" de la oferta y la demanda (El poeta Oscar Wilde describió perfectamente (una vez más) las consecuencias: "*Es posible saber el precio de todo y no conocer el valor de nada*")<sup>[37]</sup>. En 1851, el filósofo y economista Herbert Spencer, en su libro "*La Estática Social*" acuñó el término de "supervivencia del más apto" para definir el motor de las relaciones sociales. En su opinión el intento de ayudar a los pobres era un entorpecimiento de las Leyes naturales que se regían por la competición. La ciencia apoyaba totalmente estos argumentos: según Spencer, "*las civilizaciones, sociedades e instituciones compiten entre sí para sobrevivir, y sólo resultan vencedores aquellos que son biológicamente más eficaces*". (Woodward,82)<sup>[38]</sup>.

Estas eran las ideas que a mediados de siglo "flotaban en el aire" entre la burguesía inglesa (parece evidente que no serían compartidas por los trabajadores y "otras clases inferiores de personas"). También parece obvio que el éxito de ventas del libro de Darwin tuvo lugar dentro de esta clase social, sobre todo si tenemos en cuenta que su título completo, del que en los tratados darwinistas se suele omitir habitualmente, posiblemente por descuido, párrafos en cantidades variables (a veces hacen referencia a "EL Origen") es "*Del Origen de las Especies por medio de la Selección Natural, o la Conservación de las Razas Favorecidas en la Lucha por la Vida*".

En definitiva, cabe sospechar que el éxito del libro de Darwin (naturalmente, limitado a las personas con capacidad económica para adquirirlo) pudo deberse menos a su profusa recopilación de datos y a sus, a menudo, confusas y contradictorias explicaciones científicas, que a la aplicación a la naturaleza de las doctrinas económicas y sociales de Malthus y Spencer, a los que Darwin reconoce el mérito de los conceptos "lucha por la vida"<sup>[39]</sup> y "supervivencia del más apto"<sup>[40]</sup>. En 1882, Friedrich Nietzsche, que no se caracteriza precisamente por su dulzura, pero tampoco por su simpleza, escribió: "*Alrededor de todo el darwinismo inglés ronda algo así como un aire pestilente de exceso de población inglesa, un olor a pequeñas gentes marcadas por la necesidad y la estrechez. Pero como naturalista, debería de salir de su rincón humano: en la Naturaleza no reina la necesidad, sino la abundancia, el derroche hasta lo insensato*". (Hemleben, 71 )<sup>[41]</sup>

Sin embargo, no parece que los paisanos de Darwin tuvieran interés en explicaciones sobre cómo "...Una raza de osos, gracias a la selección natural, se haga cada vez más acuática en su estructura y sus costumbres, con un hocico cada vez más grande hasta que surja una criatura tan monstruosa como la ballena"<sup>[42]</sup>. Lo que identificaba, lo que definía a los darwinistas era la adopción de la "explicación científica" de la situación del mundo y de su sociedad, y no la preocupación por las vicisitudes de los pinzones en las Islas Galápagos. De hecho, el primo de Darwin, Sir Francis Galton, llamado "padre de la eugenesia", escribía en 1869 en su famoso libro "*El Genio Hereditario*" que "*las altas clases inglesas poseen la máxima capacidad hereditaria, y, por lo tanto, el privilegio biológico de ser caudillos y dirigentes*"<sup>[43]</sup>. Galton propuso que se prohibieran los cruzamientos entre razas, puesto que acarrearían la disolución de aquellas dotadas con mayor intelecto. También se sorprendía de encontrar en algunas personas "*cierto pesar, en su mayor parte inexplicable, por la extinción gradual de las razas inferiores*".

Estas ideas repugnantes forman parte de lo que se conoce como Darwinismo social, tendencia que según el tópico "horrorizaba a Darwin", una afirmación que, como veremos más adelante, es rigurosamente inexacta. Pero antes de hablar del darwinismo social cabe preguntarse si existe algún darwinismo que no sea social, o más bien qué es el darwinismo "científico". Desde luego, no la idea de la evolución. Tampoco la hipótesis de la selección natural, ya sea en su versión anglosajona de Wells y Matthew o en la francesa (tal vez más ajustada al realidad) de Diderot y Maupertuis. Entonces: ¿tal vez el neutralismo?, ¿la herencia de caracteres adquiridos?, ¿la pangénesis? Si revisamos las fuentes originales, da la impresión de que, de la misma forma que de toda la obra de

Lamarck parece que sólo ha quedado "su" visión errónea de la herencia de los caracteres adquiridos, la "destilación" de todas las explicaciones y dudas de Darwin ha producido los indiscutibles conceptos básicos del azar como fuente de variabilidad (oportunidades) y la competencia como motor de cambio (progreso). En palabras de Bertrand Russell (35): *"una extensión al mundo animal y vegetal de la economía de Laissez faire"*<sup>[45]</sup>. De hecho, entre otros muchos científicos, el propio Lyell (otro "precursor") percibió claramente las implicaciones biológicas del principio malthusiano como un argumento contra la evolución (en términos actuales, adaptación no es sinónimo de evolución sino todo lo contrario). Como ha escrito el filósofo de la ciencia R.M. Young (73) sobre el principio malthusiano: *"Lejos de ser un mecanismo en favor del cambio, era una defensa del status quo, tanto en la naturaleza como en las sociedades"*<sup>[46]</sup>.

Por si esta argumentación no resulta convincente, volvamos al otro manido tópico: el supuesto horror de Darwin ante la aplicación a la sociedad de "su" teoría. Permítanme reproducir el final de una carta de Darwin a Heinrich Fick, un profesor de leyes de la Universidad de Zurich partidario de la aplicación de la teoría darwiniana a la legislación. En dicha carta, fechada el 26 de Julio de 1872 en Beckenham, Kent, Darwin comenta lo interesante que le había parecido el ensayo elaborado por el citado jurista, en el que sugería que el gobierno debería imponer restricciones al matrimonio de los individuos "no aptos" para el servicio militar. También utilizaba el darwinismo para oponerse a los intentos de crear una igualdad socioeconómica, *"porque esto puede beneficiar a los débiles y conducir a la degeneración"*. Darwin finaliza su carta (en su característico estilo) con estas palabras :

*" ...Me gustaría mucho tener la ocasión de discutir con usted un punto relacionado, si se consolida en el continente, en concreto la idea en la que insisten todos nuestros sindicatos, de que todos los trabajadores, los buenos y los malos, los fuertes y los débiles, deben trabajar el mismo número de horas y recibir las mismas pagas. Los sindicatos también se oponen al trabajo a destajo (en suma, a toda competición). Me temo que las sociedades cooperativas, que muchos ven como la principal esperanza para el futuro, igualmente excluyen la competición. Esto me parece un gran peligro para el futuro progreso de la humanidad. No obstante, bajo cualquier sistema, los trabajadores moderados y frugales tendrán una ventaja y dejarán más descendientes que los borrachos y atolondrados.*

*Con mis mejores agradecimientos por el interés con que he recibido su ensayo, y con mi respeto, quedo, querido señor.*

*Suyo sinceramente*

*C. Darwin".*

Entre los aspectos informativos de esta carta sobre la concepción "spenceriana" que Darwin tenía de la sociedad (por ejemplo la idea de "trabajador ideal", que coma poco y no se divierta) cabe destacar uno, sin duda derivado de su condición victoriana; su curiosa visión de los comportamientos sexuales de los trabajadores. El último párrafo de la argumentación debió probablemente dejar boquiabierto al jurista.

En cualquier caso, el significado de esta carta rescatada por Richard Weikart y publicada en la revista Isis (95)<sup>[47]</sup>, puede ser considerado como un lapsus (un desliz) del dubitativo Darwin, abrumado por el entusiasmo de sus seguidores. Pero hay más documentación sobre el carácter eminentemente social de lo que se conoce como darwinismo (y sus consecuencias).

Michael R. Rose es profesor de Biología Evolutiva en la Universidad de California, Irvine. Investiga con el (rentable) objetivo de encontrar los "genes responsables de la longevidad" (es famoso por haber seleccionado *Drosophilas* que viven el doble de lo normal dejando reproducirse

sólo a moscas "viejas"). Ha publicado recientemente un libro que sorprende por la cruda sinceridad con que expresa sus duras convicciones darwinistas (que habitualmente se suavizan) y asume los aspectos negativos del darwinismo (que habitualmente se ocultan). Dicho libro, titulado *"Darwin's Spectre. Evolutionary Biology in the Modern World"* (1999), es una ardorosa defensa de los "beneficios prácticos" que el darwinismo ha aportado a la "civilización moderna", lo cual no le impide reconocer el aspecto (al parecer secundario) de sus terribles repercusiones sociales. En lo que respecta a una de éstas, las prácticas eugenésicas, Rose comienza por informarnos del origen victoriano de la eugenesia de su concepción de "buenas practicas de cruzamiento" y de que Darwin, al igual que su primo Galton, era eugenista (en este apartado nos relata el ridículo caso de *"dos importantes pedigríes para esta teoría, las familias Wedgwood-Darwin-Galton en las que hubo dos matrimonios de primos en primer grado, un "fiasco genético"*)<sup>[48]</sup>. Más adelante nos habla de que ambos primos también compartían el concepto de razas superiores e inferiores, lo cual no necesita más apoyo que la relectura de *"Viaje de un Naturalista"* o *"El origen del Hombre"*\*.

Pero las aplicaciones con consecuencias más notorias comienzan con lo que Rose denomina "la llegada de la eugenesia mendeliana", como consecuencia del "redescubrimiento" de las Leyes de Mendel. Y aquí, quizás resulte conveniente un nuevo inciso dedicado a este otro tópico repetido hasta la saciedad en los textos científicos. Las "Leyes" de Mendel no estuvieron nunca ocultas. Fueron publicadas en *las Actas de la Sociedad de Historia Natural* de Brno en 1866. Simplemente, fueron rechazados por los científicos de la época porque no eran reproducibles en su totalidad y porque contradecían fenómenos más complejos (lo que se conoce como "ligamiento"), que ya eran conocidos y Mendel explicaba que había estudiado siete caracteres de la planta del guisante en veintidós variedades que, según él diferían en un sólo carácter y los restantes seis eran idénticos. Pero también porque dedujeron, acertadamente, que Mendel había falsificado sus resultados (y William Bateson, un mendeliano, fue el primero en reconocerlo) (Di Trocchio, 97). Al parecer el supuesto "redescubrimiento" se produjo a primeros del siglo XX como consecuencia de una disputa entre Hugo de Vries, Correns y Tschermak, por la prioridad en la autoría de la "Teoría Cromosómica de la Herencia" que se solventó atribuyendo el mérito a Mendel, aunque sus "hallazgos" eran sólo un aspecto parcial de los descubrimientos de sus supuestos discípulos (Torres,94). En todo caso, el aspecto más significativo de este "redescubrimiento", el que tiene una implicación más clara con nuestro argumento es la consecuencia directa de otra simplificación de los fenómenos biológicos: la idea de la transmisión simple de los caracteres complejos. Pero veamos; sin considerar la existencia de los múltiples alelos, el ligamiento, la recombinación, la pleiotropía, la codominancia, la dominancia incompleta, la expresividad, la penetrancia, el efecto de posición etc..., que constituyen un número de matices y excepciones de las leyes de Mendel que supera, con mucho, los casos que las confirman, lo que se transmite según el modelo mendeliano son errores genéticos (a veces muy graves) o matices superficiales que también son, en muchos casos, consecuencia de defectos: de pigmentación, características de la piel, lo cual no ha sido obstáculo para que la genética de poblaciones actual, siga intentando explicar la evolución como consecuencia de "un cambio gradual de las frecuencias génicas", que serían modificadas por mutaciones al azar. Y en el caso de que una mutación (desorganización) "confiera una ventaja" sería "fijada" por la selección natural.

Hoy sabemos que los genomas animales y vegetales forman una complejísima red en la que la expresión de cada gen está condicionada por muchos otros genes y, a su vez, sometida a varios niveles de regulación por cientos de proteínas que se regulan entre sí, regulación controlada a su vez por retroacción desde la fisiología del organismo y, por tanto, desde la relación de éste con el ambiente externo. Pero, además, también sabemos que muchos de estos genes (mas bien grupos de genes) están en forma de elementos móviles, transposones y retrotransposones (que en el hombre constituyen, por el momento, más del 45% del genoma), responsables de reordenamientos y duplicaciones y con un más que posible origen viral (Sandin, 97) (muchos están en forma de virus endógenos que se expresan como parte constituyente en diversos órganos y tejidos, y que en algunos casos, como el transposón Gypsy de *Drosophila*, son capaces de reconstruir su cápsida y

reinfectar de nuevo). Finalmente, el más sorprendente (y desconcertante) descubrimiento: los genes homeóticos que controlan el desarrollo de distintos tejidos, órganos y estructuras de animales y plantas. Situados en el mismo orden en los cromosomas, son secuencias repetidas en tándem que han mostrado ser idénticas en invertebrados, peces, aves y mamíferos. Se han identificado "homeoboxes" que controlan la aparición de ojos, alas, oído, globinas, proceso de gastrulación... (Gilbert et al. 96), de modo que si se inserta artificialmente una secuencia Hox "ojo" de ratón en un embrión de *Drosophila* y se activa en distintos sitios, se producen ojos ectópicos de *Drosophila* (que son compuestos)..." como consecuencia de la regulación de "unos cientos de proteínas específicas" (Morata, 99)<sup>[49]</sup>. Esto implica que todos estos grupos complejos (y concretos) de genes estaban presentes en la Tierra, al menos desde el Precámbrico, cuando "aparecieron" simultáneamente todos los grandes tipos de organización (y algunos más), todos los grandes phyla actuales de la vida animal. ¿Alguien podría explicar que tienen que ver estos hechos con la explicación de las características de éstos phyla como consecuencia de la selección natural actuando gradualmente sobre mutaciones al azar?

Volvamos, pues, a nuestra historia. Habíamos dejado a Michael Rose en el comienzo de su relato de las "aplicaciones prácticas" de la ideología darwinista a la sociedad, como consecuencia del reforzamiento que supuso el "redescubrimiento" de la transmisión simple de las características biológicas: " *En Estados Unidos durante la primera mitad del siglo XX, la eugenesia alcanzó un alto grado de influencia entre científicos y administradores gubernamentales en el mundo angloparlante. Un moderado número de leyes y directivas burocráticas tomaron un sesgo eugenésico, si no una razón explícitamente eugenésica*" <sup>[50]</sup>. Aunque no cita datos concretos, veamos alguna de este "moderado número de leyes". En 1907 fue aprobada en Indiana la primera ley eugenésica, cuyo preámbulo decía: " *Considerando que la herencia tiene una función de la mayor importancia en la transmisión de la delincuencia, la idiotez y la imbecilidad...*". Cuatro años más tarde, la asamblea legislativa de Nueva Jersey añadió a la lista " *debilidad mental, epilepsia y otros defectos*" y dos años más tarde el parlamento de Iowa a " *los lunáticos, borrachos, drogadictos, perversos sexuales y morales, enfermos morbosos y personas degeneradas*" <sup>[51]</sup>. En 1930 las leyes eugenésicas se habían establecido en treinta y un estados norteamericanos, con la dramática consecuencia de la esterilización, según cifras oficiales, de más de sesenta mil personas (Woodward,82). La "cooperación" con la selección natural por parte de las autoridades científicas y políticas tuvo distintos frentes. Uno de ellos fue la aplicación de otra simplificación con el mismo origen: la evaluación del llamado "cociente intelectual" mediante test a los inmigrantes que, huyendo de la miseria o la persecución política, llegaron hacinados en penosos viajes a la isla de Ellis en Nueva York, según sus "resultados" científicos, entre el 80% y 90% de los judíos, húngaros, italianos y rusos eran "débiles mentales". L.M. Terman, fundador del "movimiento americano de valoración psicológica" encontró que un IQ entre 70 y 80 era " *muy común en familias hispanoamericanas, indias y mejicanas, y también en las negras. Parece que la causa de su estupidez es racial o, al menos, atribuible a condiciones innatas de su familia (...)* y, desde el punto de vista eugenésico, el hecho constituye un grave problema debido a la elevada proliferación de estas gentes". Como consecuencia: " *Si tratamos de conservar nuestra patria para un pueblo que la merezca, debemos impedir, en la medida de lo posible, la propagación de la degeneración mental reduciendo su alarmante aumento*" <sup>[52]</sup>. (Lewontin, 82)

El "modus operandi" lo aportó, en 1972 William Shockley, de la Universidad de Stanford, y premio Nobel de Física, que fue el que redactó la proposición de ley pidiendo la esterilización de aquellas personas cuya calificación de IQ fuera inferior a 100, y propuso comenzar este programa en personas dependientes de la seguridad social, a cambio de una compensación económica. En ese año, un mínimo de dieciséis mil mujeres y ocho mil hombres fueron esterilizados por el gobierno de Estados Unidos. En 1974, catorce estados tenían en estudio propuestas legislativas de ese tipo. En esas fechas, el fiscal general de Estados Unidos, William Saxbee, declaró que " *los genes determinantes del comunismo tienden a agruparse con mayor frecuencia en familias judías*" <sup>[53]</sup>.



Según M. Rose, los científicos anglosajones compartían los valores de la clase media de su época sobre la inmoralidad sexual y la pequeña delincuencia y tanto Charles Davenport en Estados Unidos como los británicos Pearson y Fisher (todos ellos padres de la Genética de Poblaciones) eran eugenistas. Estas ideas aún se mantienen oficialmente y *"leyes promoviendo la esterilización permanecen con fuerza en un número de estados en los 90"*<sup>[54]</sup>. Pero quizás la más sorprendente revelación, viniendo de un darwinista convencido, es la que viene: *"la mayoría de los biólogos evolucionistas \* no quieren ni pensar sobre el grado en el que el darwinismo (siempre con mayúsculas en el texto) contribuyó al desarrollo de ideologías racistas en el mundo moderno"*. Pero su base científica es irrefutable: *"...La idea de que existen diferentes razas humanas, cada una con un propio ancestro y destino compartido, llevó a muchos biólogos y virtualmente a cualquier otro a la visión de que la evolución humana estuvo ligada a la competición entre razas"...**"La idea de evolución por modificación gradual llevó a muchos líderes culturales y políticos a caracterizar a los grupos despreciados en términos de su supuesto origen racial"...**"Añadida a esta idea fue la de la competición, en la que las razas superiores pudieron vencer -posiblemente eliminar- a las otras razas"*<sup>[55]</sup> (aquí me permito observar que esto último no es una "idea", sino la "explicación científica" que se encuentra en la práctica totalidad de los textos sobre la evolución humana de la "sustitución" por competencia de unos "homínidos" con otros). Pero la más dramática aplicación de estas "ideas" fue la que tuvo lugar durante el nazismo. Según Rose: *"Aunque la eugenesia logró triunfos legislativos en los Estados Unidos, fueron los alemanes los que tomaron la eugenesia con mayor entusiasmo"*. Es más: *"La edición de 1937 del manual del joven Hitler estaba llena de la teoría darwinista y genética, y como tal ciencia fue tomada como justificación para el exterminio de los judíos"*<sup>[56]</sup>.

En efecto, uno de los más tempranos frutos de las leyes eugenésicas norteamericanas fue la "Ley de la sanidad genética" alemana. Con su promulgación el 13 de Julio de 1937, se esterilizó a más de doscientas cincuenta mil personas durante su período de vigencia... No parece necesario hablar del siguiente paso.

En palabras de Rose: *"Esto no niega la antigua existencia de elementos racistas en la cultura alemana. El darwinismo no los llevó a esa condición. Pero fue el combustible para ese particular fuego demoníaco"*<sup>[57]</sup>. Efectivamente, otro premio Nobel (en este caso por sus estudios sobre comportamiento animal), Konrad Lorenz, escribía esta glosa del darwinismo desde la Alemania nazi en 1940, cuando ya estaban en marcha las prácticas genocidas:

*"En el proceso de civilización, hemos perdido ciertos mecanismos innatos de liberación que normalmente persisten con objeto de mantener la pureza de la raza: alguna institución humana debe seleccionar la fortaleza, el heroísmo, la utilidad social, (...) si es que el sino de la humanidad, carente de factores selectivos naturales, no va a ser la destrucción por la degeneración que el proceso de domesticación lleva consigo. La idea de raza como base del estado ya ha obtenido buenos resultados a este respecto"*<sup>[58]</sup>.

Es decir, no parece riguroso seguir argumentando que el llamado darwinismo social sea producto de una deformación o una mala interpretación de la teoría darwiniana, porque en definitiva, es la interpretación (y en su caso, aplicación) literal de lo único totalmente claro y concreto de la gran obra de Darwin: el título.

De hecho, dos de los más prestigiosos teóricos actuales del darwinismo, el entomólogo Edward O. Wilson y el zoólogo Richard Dawkins, no parecen estar situados muy lejos de los planteamientos anteriores. Para el primero, el comportamiento social humano es sólo un ejemplo especial de categorías más generales de comportamiento y organización social del reino animal. En consecuencia, tanto los comportamientos individuales como los de grupo (léase pueblos o razas) han evolucionado como resultado de la adaptación dirigida por la selección natural. Por si estos argumentos científicos no les resultan familiares, me limitaré a mencionar que entre las "virtudes"

humanas resultantes del proceso de la selección natural figuran la agresividad, la competitividad, la división del trabajo, el núcleo familiar, el individualismo y la defensa del territorio nacional\* .

En cuanto a la visión "científica" de la Naturaleza de Richard Dawkins no es menos "poética": para él, la unidad y el objeto de la evolución, de la selección natural, es *"el gen o fragmento de ADN"* cuyo objetivo es *"alcanzar la supremacía sobre los otros genes"*. Los organismos seríamos, simplemente, utilizados por los genes como *"máquinas de supervivencia"*, y las relaciones entre los seres vivos se producirían guiadas por este principio: *"Toda máquina de supervivencia es, para otra máquina de supervivencia, un obstáculo que vencer o una fuente que explotar"*. Sentencia que podría perfectamente figurar en letras de oro en la sede central de cualquier gran empresa. Desde luego no disgustaría a John D. Rockefeller para el que *"El crecimiento de un gran negocio consiste simplemente en la supervivencia del más apto (...) Es sencillamente el desarrollo de una ley de la naturaleza"*<sup>[59]</sup> (Lewontin et al., 87).

Poco más se puede decir de intentos concretos de los teóricos por actualizar el darwinismo ortodoxo. Desde luego, sí hay que decir que no todos los biólogos comparten estas posiciones tan explícitamente ideológicas (si es que a la sociedad de mercado, al liberalismo económico se le puede considerar ideología), e incluso existen, a veces, duras confrontaciones entre distintas tendencias (Gould y Dawkins por ejemplo) \* pero, hasta los aparentemente más críticos o "heterodoxos" no parecen capaces de transgredir los dogmas centrales del darwinismo: el azar como fuente de variación y la competencia como motor de cambio, concepto este último que provoca entre algunos científicos "triunfadores" un entusiasmo verdaderamente fervoroso.

Aunque a estas alturas de las argumentaciones no parezca muy oportuna (tal vez ni necesaria) la referencia al tan denostado por los darwinistas, concepto Kuhniano de Paradigma, quizás sea útil para resumir las consecuencias de la proyección sobre la Naturaleza de las convicciones culturales, sociales y, en un plano más individual, de las ideológicas, que en ocasiones conduce a conformar y a transmitir una, casi podríamos calificar de paranoica, concepción "científica" de la Naturaleza y la sociedad como la que nos transmite Dawkins.

En cualquier caso, el problema quizás más grave desde el punto de vista científico, no es lo que podríamos llamar "integrismo darwinista" sino lo que Lamarck describía como "descuidar la filosofía". En efecto, a pesar de la incongruencia de los últimos descubrimientos paleontológicos, genéticos, embriológicos, moleculares, etc, con el modelo teórico darwinista, se mantienen de una forma rutinaria el vocabulario, cargado de valores, y las supuestas "explicaciones" reduccionistas (y el reduccionismo es -ha sido- eficaz como método de trabajo pero, seguro que no lo es como interpretación), para "comprender" estos fenómenos de significado tan poco darwiniano. A modo de ejemplos podemos citar la interpretación del fantástico proceso de control de la expresión de los genes, clave de la diferenciación celular embrionaria, como resultado de *"una competencia entre las histonas y los factores de transcripción"*<sup>[60]</sup> (Kirschner, 92), o la explicación de la existencia (la aparición) de los complejíssimos "homeoboxes", con un contenido tan concreto, hace 1000 millones de años porque "la evolución tiende a fijar la aparición de nuevas funciones que confieren ventaja selectiva" (Morata, 99)<sup>[61]</sup> (¿Ventaja sobre que?). Finalmente, y en un ejercicio mental algo más elaborado, la existencia de un complejo "fenotipo homeótico" en una familia vegetal (lacandoniaceae), imposible de explicar por la selección natural, se justifica como única posibilidad por el manido recurso de la deriva genética (Vergara y Álvarez, 97). Esta extendida actitud no tendría mayor importancia desde el punto de vista científico (sería cuestión de esperar) si no fuese porque está estrechamente asociada con un enorme peligro: el que representa la tendencia reduccionista, cada vez más acentuada, a manipular (con el evidente objetivo de rentabilizar) fenómenos y mecanismos complejos no bien conocidos o no bien interpretados. La emisión incontrolada a la Naturaleza de secuencias genéticas alteradas en los organismos genéticamente modificados, cuyas funestas consecuencias ecológicas, sanitarias y económicas han sido denunciadas por expertos y organizaciones internacionales (The Ecologist, 98), los peligrosos experimentos de terapia génica, que han llevado a sus practicantes a plantear el secreto de sus

actividades por el hecho de que sus pacientes-experimento mueren inmediatamente (El País, 99). Los xenotransplantes, que pueden producir la activación e hibridación de virus endógenos animales y humanos, con consecuencias imprevisibles...(Nature, 98).

Estas actividades sí son efectivamente darwinistas, porque siguen al pie de la letra los conceptos centrales de la teoría, tanto desde el punto de vista social como económico. Y darwinista es la actividad de las multinacionales de la biotecnología, de las grandes empresas farmacéuticas, de la alimentación, o patentadoras de genes y metodologías...

Pero quizás ésta sea una interpretación sesgada. Permítanme pues, finalizar este artículo recurriendo de nuevo a Michael Rose: *"El darwinismo probablemente contribuyó al ascenso del racismo a finales del siglo XIX y, por tanto, ayudó a fomentar en general el racismo del siglo XX. El darwinismo fue usado también para exacerbar el desprecio por los pobres en el siglo XIX. Considerado todo ello, el darwinismo ha tenido muchos efectos lamentables y, a veces, actualmente viciosos en el clima social del mundo moderno. Es comprensible que tantos odien a Darwin y al darwinismo" (?) "Es, a menudo, una amarga carga vivir con el darwinismo y sus implicaciones. A diferencia de tantas doctrinas, religiosas e ideológicas, no es, ciertamente, un opio intelectual". En consecuencia "nadie puede hacer un juicio al darwinismo basado en higiene moral" [62].*

Una vez "justificadas" sus repercusiones sociales, finaliza glosando sus implicaciones económicas y "filosóficas": *"En lo que concierne a los beneficios prácticos del darwinismo el caso es casi el opuesto. El pensamiento darwinista es esencial en el cruce del ganado, agronomía y similares. La agricultura moderna depende del darwinismo como una de sus más importantes piedras fundadoras"*[63]. Se refiere a la ganadería "industrial" y a la llamada "revolución verde" o agricultura científica, el inicio de uno de los más grandes desastres ecológicos y sociales a que se va a enfrentar la humanidad (Capra, 85). Pero lo peor está por llegar: *"Estamos sólo empezando a ver el uso de metodologías darwinianas en medicina, ingeniería genética y campos asociados. Pero es seguro que más de sus aplicaciones llegarán"*[64]. (¡Que Lamarck nos valga!) *"La fábrica de la civilización moderna depende del darwinismo como uno de sus pilares"*. Y a continuación expone sus argumentos filosóficos: *"La última cosa es la más importante de todas. El darwinismo ha sido una mala cosa para la paz social, y una buena cosa para varios logros materiales" (¿de quién?), "pero para la ciencia misma ha jugado un papel clave ligando la biología con las ciencias físicas" (?). Sin el darwinismo, la ciencia biológica necesitaría de una o más deidades para explicar los maravillosos designios de la vida. La física y la química solas no son suficientes. Y así, sin darwinismo la ciencia debería necesariamente permanecer teísta en conjunto o en parte"*.

*"Para los que creen que la verdad científica es nuestra mejor guía para la verdad material, incluso si no es una guía infalible, el darwinismo es un poderoso aliado"*. Y finaliza su libro con una frase que, tal vez, tenga mucho de confesión inconsciente de la verdadera entidad del darwinismo: *"y para aquellos que quieren conocer y entender la larga historia de la vida en la Tierra, el darwinismo es la gran linterna en la oscuridad"* [65]. Porque es cierto que la fuerte luz de la linterna, incluso si ésta se convierte en un potente proyector, produce una brillante iluminación de una parte de la realidad pero, en ese instante, deja el resto de ella sumido en las más profundas tinieblas.

## BIBLIOGRAFÍA.

Ayala, F.J. (1988): *"Can <<progress >> be Defined as a Biological Concept?"* En: *Evolutionary Progress*. Matthew, H. Nitecki (ed). The University of Chicago Press: Chicago.

Ayala, F.J. (1999): *"La Teoría de la Evolución"*. Colección: "Tanto por saber". Ed. Temas de hoy. Madrid.

Capra, F. (1985): *"El Punto Crucial"*. Integral. Barcelona.

Darwin, Ch.R. (1846): *"A Naturalist's Voyage"*. Versión española: "Viaje de un Naturalista".

Biblioteca General Salvat. Nº 48. 1972.

Darwin, Ch.R. (1859): *"On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life"*. Versión española: "El Origen de las Especies". Akal, 1998.

Darwin, Ch.R. (1871): *"The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex"*. Versión española: "El Origen del Hombre". Ediciones Petronio. Barcelona. 1973.

Dawkins, R. (1975): *"The Selfish Gene"*. Oxford University Press. Versión española: "El Gen Egoísta" Biblioteca Científica Salvat. 1993. Barcelona.

Diderot, D. (1754): *"Penseés Sur L&rsquo;interprétation de la Nature"*. Diderot, D. (1951): *"Oeuvres"*. Ed. Gallimond, París.

Di Trocchio, F. (1997): *"Las Mentiras de la Ciencia"*. Alianza Editorial. Madrid.

Eldredge, N. (1997): *"Síntesis Inacabada"*. Fondo de cultura económica. México.

Galton, F.G. (1869): *"Hereditary Genius: An inquiry into its Laws and Consequences"*. MaCmillan, Nueva York.

Gilbert, S.F.; Opitz, J.M. y Ruffs, R.A. (1996): *"Resynthesizing Evolutionary and Developmental Biology"*. *Developmental Biology*, 173: 357-372.

Gillispie, G.C. (1959): *"Lamarck and Darwin in the history of Science"*. En *"Forerunners of Darwin: 1745-1859"*. Ed. B. Glass, O. Temkin y W.L. Strauss, Jr. Baltimores: Jonhs Hopkins Univ. Press.

Glass, B. (1959): *"The germination of the idea of biological species"*. En *"Forerunners of Darwin: 1745-1859"*. Ed. B. Glass, O. Temkin y W.L. Strauss, Jr. Baltimores: Jonhs Hopkins Univ. Press.

Harris, C.L. (1985): *"Evolución. Génesis y revelaciones"*. Hermann Blume. Madrid.

Hemleben, J. (1971): *"Darwin"*. Alianza Editorial. Madrid.

Kirschner, M. (1992): *"The Cell Cycle Then and Now"*. *Trends in Biochemical Sciences*. 17, p.281.

Lamarck, J.B. de M. (1809): *"Filosofía Zoológica"*. (Traducción al español). Editorial Alta Fulla. 1986

Lewontin, M.C. (1982): *"El Determinismo Biológico Como Arma Social"*, en *"La Biología como Arma Social"*. The Ann Arbor Science for the People (Editorial collective). Alhambra. Madrid.

Lewontin, M.C.; Rose, S.; Kamin, L.J. (1987): *"No Está en los Genes"*. Ed. Crítica. Barcelona.

Lewontin, M.C. (1992): *"The doctrine of DNA. Biology as Ideology"*. Penguin Books. London.

Lorenz, K. (1940): *"Durch Domestikation Verursachte Störungen Arteigenen Verhaltens"*. Citado por Cloud, W.: "Winners and Sinners". *The Sciences*, 13: 16-21, 1973.

Matthew, P. (1831): *"On Naval Timber and arboriculture"*. Longman, Rees, Orne, Brown & Green. Londres.

Maupertuis, P.L.M. de (1750): *"Essai de Cosmologie"*. Trad. José L. Peset y Antonio Lafuente "El Orden Verosimil del Cosmos". 1992. Alianza, Madrid.

Mozaré, Ch. (1977): En *"Historia de la Humanidad. El siglo XIX"*. UNESCO. Ed. Planeta.

Morata, G. (1999): *"Biología Molecular, desarrollo y Evolución del Reino Animal"*: en *"Origen y Evolución"*. Fundación Marcelino Botín. Santander.

Nature (1998): *"Last chance to stop and think on risks of xenotransplants"*. Editorial Enero. 1998.

Nietzche, F. (1982): *"Nachlass zur <<Umwertung >>"*, citado por Hemlebem, J. "Darwin". Alianza Editorial, 1971.

- Rose, M.R. (1999): *"Darwin's Spectre. Evolutionary Biology in the Modern World"*. Princeton University Press.
- Russell, B. (1935): *"Religion and Science"*. Oxford Univ. Press. New York.
- Sandín, M. (1997): *"Teoría Sintética: Crisis y Revolución"*. Arbor. Nº 623-624. Pp. 269-303.
- Spencer, H. (1851): *"Social Statics: the conditions essential to human happiness specified, and the first of them developed"*. Chapman. Londres.
- Strathern, P. (1999): *"Darwin y la Evolución"*. Siglo XXI de España Editores. Madrid.
- The Ecologist. (1998): *"The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?"*. Vol. 28. Nº 5. Sept./Oct., 98 (Número censurado en el Reino Unido, y editado en España mediante el apoyo de distintas instituciones, organizaciones no gubernamentales y editoriales).
- Thuillier, P. (1990): *"De Arquímedes a Einstein. Las caras ocultas de la investigación científica"*. Alianza Editorial. Madrid.
- Torres, C. (1994): *"Sociología Política de la Ciencia"*. Centro de Investigaciones Sociológicas. Siglo Veintiuno de España Editores. Madrid.
- Vergara, F; Alvarez-Buylla, E . (1997): *"Homeótica: el juego de lo inesperado y lo inevitable en la historia de la morfogénesis multicelular"*. Arbor, 623, 624, pp. 345-376.
- Weikart, R. (1995) *"A recently discovered Darwin letter on social Darwinism"*. ISIS, Nº 86, pp. 609-611.
- Wells, W.C. (1818): *"Two essays:..."*. A. Constable. Ed. London.
- Wilson, E.O. (1975): *"Sociobiology: The new Synthesis"*. Harvard University Press. Cambridge, Mass. Versión Española Ed. Omega. 1982. Barcelona.
- Woodward, U. (1982): *"Cociente intelectual y racismo científico"*. En: *"La biología como arma social"*. *The Ann Arbor Science for the People (Editorial Collective)*. Alhambra. Madrid.
- Young, R.M. (1973): *"The historiographic and ideological contexts of the nineteenth-century debate on man's place in nature"*. En *"Changing perspectives in the history of Science"*. Ed. M. Teich and R.M. Young. Reidel: Boston.

#### CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Eldredge N. (1997). "Síntesis inacabada". Pág. 261.
- [2] Harris, C.L. (1985). "Evolución. Génesis y revelaciones". Pág. 161.
- [3] Strathern, P. (1999). "Darwin y la evolución". Pág. 16
- [4] Harris, C.L. (op.cit.). Pág. 161.
- [5] Lamarck, J.B.(1809). (Ed. Castellano 1986). Pág. 48.
- [6] Harris, C.L. (op.cit.). Pág. 157.
- [7] Manpartris, P:L: (1750). "Essai de cosmologie". Citado por Harris, C.L. (op.cit.). Pág. 157.
- [8] Harris, C.L. (op.cit.). Pág. 157-158.
- [9] Matthew, P., citado por Harris (op.cit.). Pág. 207
- [10] Harris, C.L. (op.cit.). Pág. 192.
- [11] Strathern, P. (1999) (op.cit). Pág. 38.
- [12] Strathern, P.(op.cit). Pág. 62.
- [13] Darwin, Ch. (1871). "The descent of man, and selection in relation to sex".

Versión española "El origen del Hombre" (1973). Págs. 727-731.

[14] strathern, P. (op.cit). Pág. 86.

[15] Darwin, Ch. (1859). "On the Origin of Species by Means of Natural Selection". Versión española. "El origen de las especies". Pág. 94.

[16] Ayala, F.J. (1999). "La teoría de la evolución". Pág. 33.

[17] Thuillier, P. (1990). "de Arquímedes a Einstein". Pág. 396.

[18] Thuillier, P. (op.cit). Pág. 398.

[19] Thuillier, P. (op.cit). Pág. 390.

[20] Darwin, Ch. "Origen...". Pág. 239.

[21] Darwin, Ch. (op.cit.). Pág. 106.

[22] Darwin, Ch. (op.cit.). Pág. 236.

[23] Darwin, Ch. (op.cit.). Pág. 237.

[24] Darwin, Ch. (op.cit.). Pág. 23.

[25] Darwin, Ch. (op.cit.). Pág. 149.

[26] Darwin, Ch. (op.cit.). Pág. 182 y 533.

[27] Darwin, Ch. (op.cit.). Pág. 534.

[28] Darwin, Ch. (op.cit.). Pág. 381.

[29] Harris, C.L. (op.cit.). Pág. 271.

[30] Strathern, P. (op.cit.). Págs. 83-84.

[31] Hemleben, J. (1971). "Darwin". Pág. 19.

[32] Harris, C.L. (op.cit.). Pág. 242.

[33] Harris, C.L. (op.cit.). Pág. 230.

[34] Hemleben, J. (op.cit.). Pág. 109.

[35] Mozaré, Ch. (1977). "Historia de la Humanidad". Pág. 261.

[36] Harris, C.L. (op.cit.). Pág. 233.

[37] Citado por Capra, F. (1985). "El mundo animal". Pág. 235.

[38] En Woodward, V. (1982). "cociente intelectual y racismo científico". Pág. 77.

[39] Darwin, Ch. (op.cit.). Pág. 78.

[40] Darwin, Ch. (op.cit.). Pág. 76.

[41] En Hemleben (op.cit). Pág. 173.

[42] Este párrafo fue suprimido por Darwin en ediciones posteriores. En la traducción al español de la 7ª Edición, figura la siguiente versión (pág. 199): "En la América del Norte ha visto Heayne el oso negro nadando horas enteras con la boca completamente abierta, atrapando así, casi como una ballena, los insectos del agua".

[43] En Woodward, V. (op.cit.). Pág. 78.

[44] En Lewortin, R.C. (1982). "El determinismo Biológico como arma social". Pág. 23.

[45] En Harris, C.L. (op.cit.). Pág. 233.

- [46] En Harris, C.L. (op.cit.). Pág. 234.
- [47] ISIS, N° 86. Págs. 609-611.
- [48] Rose, M.R. (1999). "Darwin's Spectre. Evolutionary Biology in the Modern World". Pág. 136.
- [49] Monak, G. (1999). "Origen y evolución". Pág. 282.
- [50] Rose, M.R. (op.cit.). Pág. 138.
- [51] Woodward, V. (op.cit.). Pág. 81.
- [52] Lewontin, R.C. (op.cit.). Pág. 23.
- [53] Woodward, V. (op.cit.). Pág. 83.
- [54] Rose, M.R. (op.cit.). Pág. 139.
- [55] Rose, M.R. (op.cit.). Págs. 141 y 142.
- [56] Rose, M.R. (op.cit.). Pág. 143.
- [57] Rose, M.R. (op.cit.). Pág. 143
- [58] Grupo de estudios sociobiológicos. En "La Biología como arma social". Págs. 251-252.
- [59] Grupo de estudios sociobiológicos. (op.cit.). Pág. 251.
- [60] Kirschner, M. (1992). "Trends in Biochemical Sciences". Pág. 281.
- [61] Morata, G. (op.cit.). Pág. 283.
- [62] Rose, M.R. (op.cit.). Pág. 210.
- [6] Rose, M.R. (op.cit.). Pág. 210.
- [64] Rose, M.R. (op.cit.). Pág. 210.
- [65] Rose, M.R. (op.cit.). Pág. 211.

## LOS CIEGOS Y EL ELEFANTE

Máximo Sandín

Noviembre de 2000

Máximo Sandín  
Nº 2

GEAM

Facultad de Biología. UAM.

En el prefacio de su libro "Síntesis inacabada", el prestigioso paleontólogo Niles Eldredge justifica su obra con un argumento irrefutable. La comprensión de los fenómenos biológicos está irremediablemente supeditada a la comprensión del proceso evolutivo. En el libro aborda la cuestión de "*cómo hemos sido habituados a pensar en la evolución*". En su opinión la interpretación de fenómenos, problemas y teoría "*permanece más o menos como lo estuviera en la época de Charles Darwin*". En cuanto a la versión actual de la "Teoría Sintética Moderna", gestada en los años 30, "*permanece tan inalterable por (a pesar de) los datos de la sistemática, la paleontología y la ecología a gran escala que, francamente, todavía nos vemos frente a la misma situación diagnosticada por el historiador F. J. Teggart en 1925, justo cuando la teoría sintética comenzaba a emerger a través de los trabajos de R. A. Fisher, J. B. Haldane y J. Wright: aún tenemos una teoría de la evolución que no se halla directamente dirigida a los acontecimientos de la historia de la vida*".

En efecto, la decimonónica y etnocentrista visión de la Naturaleza que se puede encontrar en las raíces de la teoría unificadora de la Biología y el posterior cúmulo de simplificaciones y reduccionismos, tienen muy poco que ver con la complejidad de las interrelaciones ecológicas que se observan en el registro fósil. En palabras de Eldredge: "*...tanto las entidades ecológicas y genealógicas, como los eventos y los procesos están implicados en el proceso de la evolución. Todas las entidades parecen ser individuos estables. Están jerárquicamente ordenadas. Existen procesos intrínsecos a cada nivel que no son reducibles a los de los niveles más básicos (o subsumidos por los niveles más altos)*". Es decir, lo que nos muestra el registro fósil, al menos para el que no se niegue a verlo, es que la complejidad y la dinámica de los ecosistemas vivos y fósiles no puede seguir siendo interpretada (y mucho menos "explicada") con los obsoletos mecanismos (o artefactos) diseñados por la Teoría Sintética. En opinión de la famosa microbióloga Lynn Margulis: "*el neodarwinismo es fundamentalmente defectuoso, no sólo porque se basa en conceptos reduccionistas ya desfasados, sino también por estar formulado en un lenguaje matemático inadecuado*".

Esta situación de la Biología contrasta con la del resto de las llamadas "ciencias duras": la Física, con la mecánica cuántica y la relatividad, la Química con sus sistemas autoorganizados, las Matemáticas de la complejidad... parecen contemplar a la teoría general de la Biología desde otra época. La enorme complejidad de la organización de la materia y de las interacciones entre sus componentes (las propiedades emergentes, las estructuras disipativas, los fractales) que se ocultaban bajo las viejas descripciones mecanicistas, muestran una creciente divergencia no solo conceptual, sino incluso de lógica, con las interpretaciones darwinistas de la organización de la materia llamada viva. Si, como parece



ser, las propiedades de los sistemas "emergen" de las relaciones organizadoras entre sus componentes y del contexto en que se producen, y que sus elementos constituyentes pierden o cambian sus propiedades fuera de su contexto, resulta algo anacrónico seguir describiendo las relaciones entre (y dentro de) los distintos niveles de organización del mundo vivo (molecular, celular, orgánico, ecológico) en términos de competencia e investir a sus componentes de un carácter tan independiente (individualista) como rígidamente determinado.

Por tanto, como resulta una burla a la razón el creer que las propiedades de la materia resultan diferentes según **quién** los mire, parece más razonable pensar que estas diferencias pueden ser el resultado de **cómo** se miren.

Y, efectivamente, este parece ser el motivo de la interpretación distorsionada o incompleta de muchos fenómenos biológicos: Las viejas concepciones reduccionistas no sólo no se han superado, sino que se han acentuado como consecuencia de la, tal vez inevitable, especialización a que obliga la acumulación de conocimientos en cada campo de estudio, y se ha descuidado el poner al día la teoría unificadora. Niles Eldredge describe la situación con la parábola de los ciegos y el elefante: *"cada una de las diversas disciplinas ha estado buscando su propia parte del elefante y reclamando que el sistema en general se parezca a esta pieza particular. Todas las cosas no son verdad, pero todas las partes del elefante son seguramente relevantes para comprender un elefante"*.

Esta imprescindible "visión de conjunto" es la que nos aporta la más joven (y al parecer más actualizada conceptualmente) disciplina que estudia la organización y relaciones entre los seres vivos y las de estos con su entorno físico: La Ecología, cuyos conceptos de "sistemas", "comunidades" y "redes" han hecho posible una descripción de la Naturaleza seguramente más próxima a la realidad que las obsoletas concepciones reduccionistas, que ocultaban bajo los términos competencia y azar los prejuicios culturales y el desconocimiento de la complejidad que arrastraban desde su origen. Aunque estas últimas argumentaciones pueden resultar escandalosas para los biólogos adiestrados en "el modo de ver" darwinista, seguramente no lo serán para los físicos: David Bohm, en su libro *"La totalidad y el orden implicado"* escribía que *"tanto la relatividad como la teoría cuántica están de acuerdo en que ambas implican una necesidad de mirar el mundo como un todo indiviso, en el que todas las partes del Universo, incluidos el observador y sus instrumentos, se funden y se unen en una totalidad"*. Al igual que para la Ecología, para la Física **la realidad es la totalidad**: *"..., por tanto hace falta que el hombre preste atención a su hábito de pensamiento fragmentario, tenga conciencia de él, y así le ponga fin"*. Para traducirlo a un lenguaje biológico, recurriremos una vez más a la descripción del registro fósil por parte de Niles Eldredge: *"Nada, (literalmente ninguna cosa, ninguna entidad), existe por separado respecto a otras entidades en ninguno de los sistemas de procesos jerárquicos"*. Es decir, la evolución sólo puede ser entendida en un contexto ecológico. Lo que evoluciona no son los individuos, ni siquiera las especies como entidades independientes, sino los ecosistemas (y en última instancia, la vida).

Hoy sabemos que los organismos no sólo son miembros de comunidades ecológicas, sino que son también complejos ecosistemas en sí mismos que contienen miríadas de organismos más pequeños dotados de autonomía, pero integrados en un todo funcional. A su vez, estas comunidades (sistemas) están interconectadas en un todo funcional que interrelaciona lo orgánico con lo inorgánico (lo que se ha denominado "el sistema GAIA"). En palabras de Lynn Margulis: *"Los organismos vivos visibles funcionan sólo gracias a sus bien desarrolladas conexiones con la red de vida bacteriana (.....) toda la vida está embebida en una red bacteriana autoorganizadora, que incluye complicadas redes de sistemas sensores y de control que tan sólo empezamos a percibir"*.

Y lo que estamos empezando a percibir es realmente sorprendente: las bacterias no sólo son los sistemas organizadores de la célula eucariota (y, por tanto, de los seres vivos). Son los

organismos que hicieron posible la vida tal y como la conocemos: Casi todos los gases de la atmósfera son "subproductos" metabólicos producidos por diferentes grupos de bacterias a lo largo de su existencia sobre la Tierra. Especialmente el Nitrógeno orgánico, que es uno de los constituyentes principales de los seres vivos, tanto en los ácidos nucleicos como en las proteínas. Su función también es esencial en la degradación de sustancias tóxicas en Naturaleza y en la regeneración de suelos y ecosistemas marinos y terrestres..., y también colaboran con las plantas en la fijación del Nitrógeno.

Pero lo que puede resultarnos más llamativo, por más cercano, es la labor que llevan a cabo en nuestro interior: Enormes colonias de bacterias viven ("infectan" en la belicosa terminología darwinista) en el interior de los seres vivos, colaborando en funciones esenciales, como la degradación de sustancias que no pueden digerir, o la producción de otras fundamentales para el organismo. Dentro del organismo humano hay más de 10.000.000 de bacterias pertenecientes a más de 200 tipos diferentes.

Recientemente se ha intentado elaborar un cálculo aproximado de su número total (es decir, de las que conviven con nosotros en nuestro interior y en el exterior). La aproximación, que tal vez se queda corta (por ejemplo, sólo en el intestino de una termita hay cerca de tres millones de bacterias), ha estimado una cifra para toda la Tierra que oscila entre 4 y 6 por  $10^{30}$ , que equivale a cincuenta mil millones de veces el número total de estrellas en todo el Universo. En cualquier caso, su biomasa sería mayor que toda la vegetal de la Tierra, y aun quedan muchas (probablemente la mayoría) por conocer... La creciente evidencia sobre la abundancia y funciones de las bacterias en la Naturaleza es difícilmente compatible con el carácter de microorganismos patógenos que se les atribuye habitualmente. En terminología darwinista, son nuestras competidoras (si realmente fueran nuestras "competidoras", tendríamos pocas posibilidades de "vencer"). Y es cierto que provocan enfermedades: Desde que Robert Koch (1843-1919) las descubriese en la sangre de vacas afectadas por ántrax, han sido asociadas a distintas y graves enfermedades: tuberculosis, malaria, tifus, disentería.... Pero los nuevos descubrimientos han puesto en evidencia que no es su único papel en la Naturaleza y que no sólo no es el más común, sino que comparándole con la actividad de la "red bacteriana", es extraordinariamente minoritario. Es más, cada vez resulta más claro que su aspecto patógeno es el resultado o la consecuencia de actividades o situaciones distorsionadoras del equilibrio ecológico (del equilibrio natural) de los procesos biológicos (y tenemos abundantes datos históricos), tanto en aspectos nutricionales e higiénicos como de estrés físico, e incluso psíquico. Es decir, en muchos casos, podemos haber creado nuestros propios enemigos.

En este nuevo contexto, es decir dentro de esta otra forma de ver a los "peligrosos microorganismos" ¿puede existir un papel semejante o comparable para los todavía más invisibles y, en su inmensa mayor parte, desconocidos virus?

Al igual que las bacterias, su descubrimiento a causa de sus actividades patógenas (fueron aislados por primera vez en 1935 por Stanley en el "mosaico" del tabaco) ha permitido identificar virus con una gran capacidad infectiva que las ha convertido en uno de los peores "azotes de la humanidad" (la meningitis, el SIDA, el misterioso Ébola...). Pero, en este caso, casi simultáneamente con su identificación como agentes infecciosos, han aparecido con otro aspecto desconcertante: se ha descubierto una gran cantidad de secuencias de origen viral integradas en los genomas animales y vegetales. Unos permanecen en forma de "provirus" claramente identificados, capaces de reconstruir su cápsula y convertirse en infectivos, otros están en forma de "elementos móviles" (transposones y retrotransposones) y son responsables de reordenamientos cromosómicos y duplicaciones. Hasta hace poco, se pensaba que su permanencia en el genoma era una especie de "hibernación", es decir, de estado inerte, pero recientemente se ha podido comprobar que proteínas de origen viral forman parte de los procesos celulares habituales en distintos organismos (y muy

significativas en el proceso de desarrollo embrionario). También se ha podido comprobar que un gran número de virus conocidos no tiene actividad patógena y, teniendo en cuenta los que quedan por conocer no es impensable que nos reserven sorpresas semejantes a las de las bacterias.

De momento, ya existe alguna: ¡También los virus tienen una imprescindible, absolutamente vital función ecológica! Recientemente, (Junio del 99) la revista Nature ha publicado un estudio sobre los virus que pueblan las aguas marinas. La tinción de su material genético mediante marcadores fluorescentes ha permitido, por primera vez, observarlos en su ambiente natural (hasta ahora se utilizaba la ultracentrifugación de agua marina y la observación de la "masa" resultante en microscopio electrónico). El resultado es asombroso: en aguas superficiales su número medio es de diez mil millones por litro (entre 5 y 25 veces el número de bacterias). Su densidad depende de la riqueza en nutrientes del agua y de la profundidad, pero siguen siendo muy abundantes en aguas abisales.

Su papel ecológico consiste en el mantenimiento del equilibrio entre las diferentes especies que componen el plancton marino (y, como consecuencia, del resto de la cadena alimenticia) y entre los diferentes tipos de bacterias, destruyéndolas cuando hay un exceso. Como los virus son inertes y se difunden pasivamente, cuando sus "huéspedes" específicos son excesivamente abundantes son más susceptibles de ser infectados. Así evitan los excesos de bacterias y algas, cuya enorme capacidad de reproducción podría provocar graves desequilibrios ecológicos, llegando a cubrir grandes superficies marinas. Al mismo tiempo, la materia orgánica liberada tras la destrucción de los "huéspedes" enriquece en nutrientes el agua.

A su vez, los virus son controlados por la luz del sol, (principalmente por los rayos ultravioleta), que los deteriora y cuya intensidad depende de la profundidad del agua y de la densidad de la materia orgánica en la superficie, con lo que todo el ecosistema se regula a sí mismo. Todavía no han sido estudiadas con profundidad estas actividades en los suelos terrestres.

Si a todo este despliegue de complejidad y de sorprendentes interacciones ecológicas le añadimos otra interesante (y antidarwinista) actividad que los virus comparten con las bacterias como es el intercambio de genes en la Naturaleza, podemos situar a los virus como el elemento que le falta a Lynn Margulis para completar la "red de la vida" y a Niles Eldredge para explicar los ecosistemas como "unidad de evolución". Una visión de la Evolución y, por tanto, una interpretación de los fenómenos naturales muy distante del reduccionismo que significa el estudiar parte de estos fenómenos como mecanismos independientes y aislados del contexto...

Pero las consecuencias de esta nueva visión no son meramente teóricas. La necesidad de un cambio de interpretación se ha convertido en acuciante ante los crecientes y graves problemas ecológicos derivados de la persistencia de la vieja concepción de los fenómenos biológicos. Los "espectaculares logros" de las técnicas de ingeniería genética (tan aplaudidos por los medios de comunicación), consistentes en la manipulación de fenómenos no bien comprendidos (y no me cansaré de insistir) mucho menos controlados, puede conducir al peor desastre ecológico provocado por el hombre: la emisión a la Naturaleza de plantas modificadas genéticamente mediante virus y bacterias como vector, los xenotransplantes, que pueden producir virus híbridos incontrolables, la terapia génica con virus atenuados, el alarmante aumento de resistencia bacteriana a los antibióticos.... y especialmente, la falta de información y control que impone el componente economicista de estas manipulaciones conduce a actividades irresponsables por parte de sus explotadores comerciales, porque las consecuencias pueden ser irreversibles... La precipitación de los ciegos en obtener el máximo provecho de su parte puede transformar nuestro hermoso elefante en una monstruosa casquería.

## LA FUNCIÓN DE LOS VIRUS EN LA EVOLUCIÓN MÁXIMO SANDÍN, DPTO. BIOLOGÍA U.A.M.

Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Tomo 95. Año  
1998.

La llamada "revolución molecular" producida en los últimos veinte años, ha aportado una gran cantidad de información detallada sobre la estructura y función de los últimos componentes fundamentales de los procesos biológicos. Los, a veces, espectaculares hallazgos especialmente de la genética molecular y del desarrollo, alcanzan una resonancia en los medios de comunicación que raramente se concede a cualquier otra materia científica. Sin embargo, resulta sorprendente (o tal vez no) que una ciencia tan pujante (incluso tan "de moda"), se haya convertido en una acumulación de datos, cada vez más minuciosos y, al mismo tiempo, cada vez más desconectados entre sí, incluso contradictorios en muchas ocasiones. Esta situación es consecuencia de la inevitable especialización a que se ven obligados los científicos, para profundizar más y más en sus campos de estudio. Y así, se ha llegado a una auténtica incomunicación entre distintas disciplinas, cuyas diferentes perspectivas son imprescindibles para una adecuada interpretación de los datos. Pero, si tenemos en cuenta que se publican 35.000 revistas científicas, que arrojan la ingente cantidad de unos 20 millones de artículos anuales, nos encontramos con que, cada especialista, no dispone de tiempo suficiente (naturalmente descontando el imprescindible para dormir y demás necesidades fisiológicas) para estar al corriente de todo lo que se publica sobre su materia de estudio, y mucho menos de otras disciplinas.

La consecuencia es una especie de "autismo científico" que conduce a que, en cada disciplina, no se conceda la menor importancia o el menor significado a descubrimientos procedentes de otras, que si se interrelacionan, hacen tambalearse el concepto unificador de la Biología: la Teoría de la Evolución. Es decir, nos podemos encontrar con la paradoja de disponer de una enorme cantidad de precisa información sobre una ciencia sin una base teórica que la unifique. Algo así como si la Química no tuviera tabla periódica de los elementos.

Desde luego, si la máxima, no por repetida menos certera, de T. Dobzansky: "*Nada tiene sentido en Biología si no es a la luz de la Evolución*", se intentase aplicar a los últimos descubrimientos, especialmente de la Genética del Desarrollo, habríamos de concluir que, o bien estos descubrimientos están equivocados, o bien es la Teoría evolutiva convencional la errónea. Y dado que los primeros son datos constatables y la segunda es sólo una teoría, parece que es ésta la que necesita una profunda revisión.

No parece necesario recordar que, cuando en la primera mitad de este siglo se establecieron las bases teóricas de la Genética de Poblaciones (origen de la "Teoría Sintética Moderna"), los conocimientos existentes sobre los procesos y mecanismos genéticos eran muy limitados. Y a pesar de que la concepción de la transmisión de los caracteres según el tipo de herencia mendeliana era una simplificación de unos procesos que hoy se saben mucho más complejos, su modelo teórico encontraba serias dificultades para explicar lo que los genetistas de poblaciones consideraban el paso inicial para extrapolar los procesos microevolutivos a la Evolución: la especiación. Y el "dilema de Haldane" sigue siendo hoy un dilema, acentuado por la complejidad y estabilidad de los mecanismos genéticos que actúan como barrera interespecífica, pero que, sobre todo, ponen de manifiesto la ausencia de relación existente entre los procesos microevolutivos y la grandes reorganizaciones genéticas, estructurales y funcionales que conlleva la Macroevolución. La conclusión obvia es que lo que explica la Genética de Poblaciones es exactamente eso: variabilidad de caracteres en el seno de las especies, es decir, "genética de poblaciones", pero no Evolución.

En efecto, cada día son más los mecanismos y procesos biológicos que tienen difícil encuadre

dentro de la Teoría Sintética: los elementos móviles (transposones y retrotransposones), las secuencias repetidas, las secuencias y proteínas reguladoras, los genes homeóticos... y, especialmente, los eficaces mecanismos de control; tanto a nivel celular, mediante un complejísimo sistema de proteínas que "revisan" y reparan los errores de duplicación, que controlan el correcto funcionamiento celular y que se autorregulan entre sí, como en el desarrollo embrionario, por campos morfogenéticos que coordinan con increíble precisión el proceso espacial y temporal de la formación de tejidos y órganos, que son también capaces de corregir accidentes y reconducir el proceso.

La extremada precisión e interconexión con que funcionan estos mecanismos, concede muy poco campo de acción a la Selección Natural, actuando sobre mutaciones aleatorias, para producir cambios en los organismos que impliquen realmente evolución.

Parece necesaria, por tanto, la búsqueda de un mecanismo alternativo que explique el origen de la compleja información genética en que se basan las distintas propiedades morfológicas y funcionales de los diferentes taxones.

Para ello, tendremos que proceder de un modo inverso al habitual, es decir, en lugar de partir de un modelo "indiscutible" e intentar encajar de un modo forzado los nuevos datos, vamos a exponer e interrelacionar éstos y tratar de deducir qué modelo sugieren.

Para comenzar, recordemos otra máxima tan consistente (y, al parecer, tan ignorada) como la antes mencionada de Dobzansky: está tomada del libro *"Life itself"* de Francis Crick: *"Los hechos fundamentales de la Evolución, son, a primera vista tan extraños, que sólo podrán ser explicados mediante una hipótesis poco convencional."*

Efectivamente, de "hechos fundamentales" se pueden calificar la repentina aparición de las bacterias en la Tierra, el origen de las células eucariotas, el de los organismos multicelulares, la aparición de todos los grandes taxones animales conocida como la "explosión del Cámbrico", y los repentinos cambios de organización animal y vegetal observados en el registro fósil. Todos ellos resultan cada vez más difíciles de explicar en términos de Selección Natural actuando sobre mutaciones individuales y al azar, a medida que aumentan los conocimientos sobre la complejidad y estabilidad de los procesos biológicos.

Especial atención merece uno de los pocos procesos evolutivos que se pueden contar como científicamente demostrados, tanto desde el punto de vista morfológico como funcional: el origen de la célula eucariota, y por tanto de los elementos constitutivos de los seres vivos. La "Teoría endosimbionte" de Margulis y Sagan, es decir, la inclusión de unas bacterias dentro de otras como origen de mitocondrias, cloroplastos y microtúbulos, es aceptada de un modo general, aunque se asume como un fenómeno de fagocitosis ocasional. No obstante es posible otra explicación: si el fenómeno que podemos considerar fundamental en la aparición de los eucariotas se produjo como resultado de la integración de varios "sistemas complejos", ¿no es posible que éste sea el mecanismo evolutivo principal? De hecho la coherente conclusión a que llegan Margulis y Sagan es que los seres vivos somos en realidad agregados de bacterias más o menos modificadas.

Sin embargo, el siguiente "hecho fundamental", la aparición de los organismos multicelulares, no consiste simplemente en una "agregación" aleatoria de bacterias. Para la formación de los distintos tejidos durante el desarrollo es imprescindible la actuación de un programa embriológico, por simple que sea, que coordine la proliferación y disposición de las, ya de por sí, complejas células constituyentes. Entonces, ¿con qué material genético, con qué secuencias se pudo pasar de unas sencillas células eucariotas a células especializadas capaces de generar distintos tejidos y estructuras? y, sobre todo, ¿cómo pudo aparecer por mucho tiempo que pasara la regulación coordinada de su desarrollo embrionario? ¿por acumulación aleatoria de "errores de copia" en las células eucariotas? La frágil hipótesis de la duplicación y reorganización (al azar y en un sólo individuo) de los componentes genéticos iniciales para producir un organismo complejo es comparable con que "El Quijote" pudiera surgir de la mezcla al azar de las letras y las frases de un

pequeño folleto. Parece evidente que es necesario algún tipo de dirección, de control que dé sentido y coordinación a las nuevas "frases".

Y el más espectacular ejemplo de esta necesidad es el más sorprendente "hecho fundamental" de la Evolución del que existen pruebas materiales irrefutables, la llamada "explosión del Cámbrico". Aunque datos recientes sitúan esta explosión en un período anterior, el Ediacareense, lo cual lo hace aún más inexplicable, por contar con menos tiempo desde el origen de la vida, lo cierto es que, de una forma repentina y simultánea, aparecen **todos** los grandes tipos de organización, **todos** los grandes Phyla actuales; se han identificado espongiarios, equinodermos, moluscos, poliquetos, onicóforos, artrópodos, e incluso cefalocordados, antecesores, al parecer, de los vertebrados.

¿Cómo se puede explicar esta súbita revolución que produjo estructuras tan complejas como antenas, ojos, pinzas, patas articuladas, cubiertas rígidas, conchas, caparzones, paletas natatorias, bocas y tubos digestivos?

Según S.J. Gould, "Si la Evolución se produjese de la manera comúnmente admitida, es decir, como resultado de la adaptación al ambiente mediante cambios graduales, lo que encontraríamos inicialmente serían unos pocos diseños generales y gran variabilidad (distintas adaptaciones) dentro de cada uno de ellos. Sin embargo, encontramos exactamente lo contrario."

Pero esta contradicción con la teoría ortodoxa no se produce sólo en estos dos "hechos fundamentales" de la Evolución, sino también en todos los demás; la aparición de los grandes taxones de vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos) y vegetales (angiospermas y gimnospermas) son igualmente repentinas e igualmente difíciles de justificar mediante cambios **graduales** e **individuales**, ya que las grandes remodelaciones de su organización, tanto morfológica como genética, implican cambios simultáneos en muchos caracteres interdependientes (para más amplia discusión, ver "*Lamarck y los mensajeros*", Ed. Istmo). Como nos muestra la Sistemática Cladística, esas repentinas apariciones tienen una pauta semejante a la del "equilibrio puntuado" de Gould y Eldredge; los distintos grupos aparecen repentinamente, con una cierta variabilidad entre ellos y a lo largo de su estancia en la Tierra permanecen con pocos cambios (o con cambios no sustanciales) hasta su extinción o nueva transformación brusca.

Estos son los hechos constatados en el registro fósil. Y, dado que las mutaciones aleatorias y la posterior Selección Natural no parecen jugar un papel relevante en estos fenómenos (los que sobreviven durante los larguísimos períodos de estasis son, simplemente, los individuos aptos, no "los más aptos") habría que buscar un mecanismo genético que justificase estas bruscas y complejas reorganizaciones.

Ese mecanismo ya se ha encontrado. En los últimos diez años se han descubierto más de 350 secuencias genéticas denominadas homeoboxes. Son grupos de genes que controlan el desarrollo embrionario de distintos tejidos y órganos tanto animales como vegetales (MADS-box).

Su función esencial es siempre la misma; la activación de la transcripción de otros genes. Pero lo más sorprendente es que son miembros de una misma familia de genes que realizan una tarea similar en artrópodos, peces, aves, y mamíferos. Se han identificado "homeoboxes" para ojos, alas, oído, extremidades, órganos sexuales, globinas, procesos de regulación, ejes del embrión, gastrulación, etc.

Recientemente, ha sido publicado en la revista "Nature" el hallazgo del control **simultáneo** del desarrollo de los dedos y el sistema urogenital, incluido el pene, por parte de un sistema HOX, en vertebrados. Este hallazgo (que al parecer, no pasó de ser una fuente de chistes fáciles) tiene la enorme importancia de aclarar la difícilmente explicable, en términos neodarwinistas, transición del medio acuático al terrestre con sus requerimientos en la locomoción y fertilización interna.

Pero mantiene otra dificultad: el "monstruo sin esperanza" producido por una "misteriosa" remodelación genética individual, no tendría pareja con la que acoplarse (crítica que, en su tiempo

se hizo a R. Goldschmidt, cuando tuvo el atrevimiento de sugerir que la Macroevolución tenía que estar asociada a "macromutaciones" de efecto instantáneo). Es, por tanto, necesario un mecanismo que haga posible que esta amplia remodelación genética se produzca, simultáneamente, en un número suficiente de individuos (con sus diferentes caracteres sexuales apropiados) que haga viable su reproducción.

Pues bien, también existe ese mecanismo; el astrónomo galés Alfred Hoyle, publicó en 1982 un cuadernillo titulado "*Evolution from Space*" en el que especulaba sobre la posibilidad de que la capacidad de los virus de integrarse en los genomas de los seres vivos y permanecer en ellos en forma de "provirus", podría ser un mecanismo de adquisición de secuencias complejas de genes disponibles para su eventual uso, como respuesta a cambios ambientales. Aunque su propuesta fue ignorada, cuando no ridiculizada, por algunos biólogos "ortodoxos", lo cierto es que daría respuesta a los problemas planteados anteriormente. Es decir, sería la "hipótesis poco convencional" que explicaría los extraños "hechos fundamentales" de la Evolución.

¿Existen datos que permitan considerar seriamente esta hipótesis? Veamos algunos: en los últimos años, los estudios moleculares de los genomas animales y vegetales están arrojando resultados sorprendentes. En todos ellos se han identificado abundantes secuencias de ADN que son "virus endógenos". La mayoría se consideran derivados de virus exógenos que "infectaron" las diversas especies en el pasado, y que se han convertido en endógenos mediante la inserción en células germinales. Algunas han sufrido mutaciones, aunque todavía es posible relacionarlas con virus actuales. Al haber perdido sus zonas terminales han perdido su capacidad de salir de su zona de inserción. Pero otras, que no la han perdido, están en forma de elementos móviles o elementos transponibles que, en algunos casos, como el retroelemento *Gypsy* de *Drosophila*, son capaces de reconstruir su cápsida y reinfectar de nuevo.

La cantidad de ADN de origen viral aumenta constantemente (intrones, secuencias repetidas, etc.) Pero, lo más informativo son sus aspectos funcionales: los elementos móviles, mediante cambios de localización y duplicaciones, producen reordenamientos cromosómicos y cambios en la expresión y regulación génica, en genes relacionados con la histocompatibilidad, con las alfa globulinas, con la activación de "oncogenes",... Incluso transposones transmitidos por bacterias producen en animales y plantas cambios en células germinales, que transforman la proporción de sexos de la descendencia, de modo que hasta el 90% de ella son hembras. Se ha podido comprobar, tanto en insectos como en plantas, que este fenómeno se produce como respuesta a condiciones ambientales adversas y, por cierto, explicaría el fenómeno de "feminización" observado recientemente en peces y cocodrilos.

En cuanto a los virus endógenos claramente reconocidos, se expresan, entre muchas otras, en funciones tan significativas como las siguientes: partículas retrovirales defectivas son las responsables de los mecanismos de "impronta" paterna y materna que hacen posible la placentación. Otros antígenos de origen retroviral se han encontrado implicados en el proceso de diferenciación de células trofoblásticas de la placenta humana... En conjunto, más de mil secuencias génicas, perfectamente conocidas, que se expresan en 37 tejidos humanos, se han identificado como correspondientes a retrovirus endógenos. **Se expresan como parte constituyente** en cerebro, embrión, pulmón, riñón, etc. (Para bibliografía, ver el artículo "Teoría Sintética: crisis y revolución" Arbor, nº 623-624).

Cada día se acumulan nuevos datos sobre actividades de virus endógenos. El problema es que raramente se interrelacionan y, sobre todo nunca se intentan situar en un contexto evolutivo, que sería la forma de comprender el significado de su presencia en los genomas.

Por si los siguientes datos pueden dar una pista a este respecto, diremos que en el embrión de *Drosophila* se han identificado 15 secuencias retrovirales implicadas en el **control espacial y temporal del desarrollo de distintos tejidos**.

Pero si esta secuencia lineal de argumentos no resulta suficientemente indicativa, hagamos el

último esfuerzo por interrelacionar simultáneamente (aunque el "esquema mental" resulte algo "enmarañado") los problemas evolutivos (los hechos fundamentales), los descubrimientos de la Genética del desarrollo, y las propiedades y características de las secuencias de origen viral. El resultado es un modelo evolutivo que tiene poco (o nada) que ver con la teoría convencional. Si las amplias remodelaciones genéticas que nos evidencian los genes homeóticos (y que concuerdan con los datos paleontológicos) necesitan de un mecanismo que haga posible su aparición simultánea en varios individuos, y si los virus (ADN y ARN) tienen, tanto propiedades infectivas como de integración en los genomas y tienen actividades funcionales y de regulación en el desarrollo embrionario, la conclusión parece clara: la complejidad e interdependencia de los procesos genéticos, celulares, embriológicos,... no parece muy compatible con mutaciones aleatorias y errores de copia como mecanismo de cambio evolutivo. Sería la "integración de sistemas complejos" (recordemos el origen de la célula eucariota), la interacción de unidades (bacterias y virus) el mecanismo fundamental de este cambio.

Esta conclusión puede resultar sorprendente, pero, lo cierto, es que los descubrimientos de la Genética del desarrollo son realmente sorprendentes. Si la familia de genes HOX que controla el desarrollo del ojo es prácticamente idéntica en artrópodos y hombre y el tipo tan diferente de ojo se produce en función de mecanismos específicos de regulación, está claro que la asociación de frecuencias génicas con Evolución no tiene sentido, pero, sobre todo, también está claro que estas secuencias estaban presentes en la Tierra, al menos desde el Precámbrico.

El significado de estos **hechos** es inquietante, pero al mismo tiempo, muy estimulante para la Biología. Nos encontramos con fenómenos que desafían nuestras más arraigadas convicciones. Parece que va a ser necesario un esfuerzo de los biólogos para abandonar los viejos conceptos de azar y competencia, de hondas raíces culturales (incluso ideológicas) y construir una nueva Biología que aporte otras respuestas a los mecanismos y problemas fundamentales de la vida.

Porque las consecuencias no son solamente de tipo "filosófico", ya que estas respuestas nos permitirían plantearnos nuevas preguntas sobre algunos de los más graves problemas a que se enfrenta la Humanidad:

¿No es posible que manipulaciones como la elaboración de vacunas con sangre entera de mono sea el origen de los extraños "virus híbridos" del SIDA por activación de virus endógenos?

¿No es posible que los tratamientos con antirretrovirales de amplio espectro, o mezclas de ellos, a enfermos (o seropositivos) de SIDA dañen secuencias retrovirales que actúan normalmente en diversos órganos, acelerando su muerte?

¿No es posible que los xenotransplantes estén introduciendo en el hombre secuencias específicas de órganos animales cuya activación e hibridación con virus humanos puedan tener repercusiones de alcance imprevisible?

Y, finalmente, ¿no es posible que los oncogenes (grupos de genes sin sentido evolutivo) sean, en realidad secuencias de origen viral (los "oncovirus", considerados casos excepcionales), cuya función sea actuar sobre la diferenciación y proliferación de un tejido celular concreto, y que la proliferación celular cancerosa sea el resultado de la activación de dichas secuencias en un momento inadecuado?

Las respuestas a estas preguntas pondrían de manifiesto la necesidad de un cambio de actitud en la visión científica de los fenómenos naturales, pero sobre todo, la necesidad de prudencia y respeto ante fenómenos que la Ciencia se ha lanzado a manipular antes de comprenderlos realmente.

## REFERENCIAS

1.-KONDO, T.; ZAKAUY, J.; INNIS, J.W. & DUBOULE, D. 1997. Of fingers, toes and penises. Nature. 390: 29.



- 2.- KIM, A.; TERZIAN, C.; SANTAMARIA, P.; PELISSON, A.; PURD'HOMME, N. & BUCHETON, A. 1994. Retroviruses in invertebrates: The *Gypsy* retrotransposon is apparently an infectious retrovirus of *Drosophila melanogaster*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA., 91 (4): 1285-1289.
- 3.- ROBINS, D. & SAMUELSON, L. 1993. En Transposable Elements and Evolution. McDonald, J. (ed). Kluwer.
- 4.- KIM, J.; YU, C.; BAILEY, A.; HARDISON, R. & SHEN, C. 1989. Unique sequence organization and erythroid cell-specific nuclear factor-binding of mammalian theta-1 globin promoters. Nucleic Acids Res, 17 (14): 5687-5700.
- 5.- DOMBROUSKI, B.A.; MATHIAS, S.L.; NANTHAKUMAR, E.J.; SCOTT, A.F. & KAZAZIAN, M.M.Jr. 1991. Isolation of the L1 gene responsible for a retrotransposition event in man. Am. J. Hum. Genet., 49: 403.
- 6.- GOUYON, P.M. & COUVERT, D. 1987. A conflict between two sexes, females and hermaphrodites. En S. Stearn ed. "The Evolution of sexes and its consequences". Birkhanser Verlag, Berlin.
- 7.- NEUMANN, B.; KUBICKA, P. & BARLOW, D.P. 1995. Characteristics of imprinted genes. Nature Genetics, 9: 12-13.
- 8.- LYDEN, T.W.; JOHNSON, P.M.; MWENDA, J.M.; ROTE, N.S. 1995. Expression of endogenous HIV-1 crossreactive antigens within normal extravillous trophoblast cells. Journal of Reproductive Immunology, 28: 3.
- 9.- DNIG, D. & LIPSHITZ, H.D. 1994. Spatially regulated expression of retrovirus-like transposons during *Drosophila melanogaster* embryogenesis. Genetical Research, 64: 3.
- 10.- SANDÍN, M. 1997. Teoría Sintética: Crisis y Revolución. ARBOR. Nº 623-624: 269- 303.

## *LAS SORPRESAS DEL GENOMA*

*Máximo Sandín*

*Departamento de Biología*

*Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid.*

Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.), 96 (3-4), 2001,  
345-352.

A lo largo de la historia de la Ciencia (de nuestra historia y de nuestra ciencia), hemos asistido a una sucesión de cambios drásticos en la concepción (interpretación) de la realidad, a medida que aumentaba el "poder de resolución" de las técnicas e instrumentos con que se la observaba. Con el microscopio, "aparecieron" las células, unidades básicas de todos los seres vivos. También "nos encontramos" de golpe, con los microorganismos "inexistentes" hasta entonces. Con el telescopio, la Tierra "saltó" del centro del Universo a la periferia... Resulta sorprendente (para los filósofos o los físicos tal vez no), cómo la descripción "objetiva" de un mismo objeto o fenómeno, y en última instancia, de la realidad, puede cambiar en función de la perspectiva desde la que se observe.

Las nuevas técnicas genéticas han desbaratado la vieja concepción de "gen" y, sobre todo, el binomio un gen-un carácter en el que se sustentaba la base teórica de la Biología desde el "redescubrimiento" de las leyes de Mendel. El gen también ha sufrido su particular metamorfosis y ha pasado de ser una supuesta entidad responsable directa de un carácter fenotípico, ya sea morfológico, fisiológico o, incluso, de comportamiento (se ha hablado del "gen" de la homosexualidad), pasando por una unidad responsable de la codificación de una proteína, hasta llegar a convertirse en una mareante variedad de posibilidades de tamaño, composición, interacciones y actividades: hay genes formados por unos pocos miles de pares de bases y genes de millones de pares de bases, sin "intrones", con unos pocos, o con muchos "intrones" dentro. Hay genes con genes dentro, otros que codifican para una proteína, están repartidos en trozos dispersos por el Genoma. Hay proteínas codificadas por varios genes independientes, y también un mismo gen (una misma secuencia) tiene significados diferentes, según la zona del genoma en que esté. Por otra parte, hay genes que pueden codificar proteínas distintas (lo que se conoce como "splicing" alternativo), y hay genes que regulan a otros genes. Finalmente (por el momento) los genes pueden leerse de formas diversas, en distintas posiciones, en diferentes direcciones y en distintos niveles...

Todos estos fenómenos están sometidos, a su vez, a varios niveles de regulación por miles de proteínas (se han estimado unas 250.000, cuyas actividades son en su

mayor parte desconocidas), que se regulan entre sí, regulación controlada por retroacción desde la fisiología del organismo y, por tanto, desde la relación de este con el ambiente externo.

Pero, además, cuando hablamos de actividades de los genes, hay que tener en cuenta de qué células estamos hablando, de qué momento de la actividad celular e, incluso de la vida del organismo de que se trate. En efecto, las células de distintos tejidos tienen distintos genes activados y otros bloqueados en relación con las funciones específicas de cada tejido. También dentro de un tejido concreto, en cada momento, se activan y desactivan miles de genes siguiendo complejos, y aún no descifrados, patrones. Por último, la actividad de los genes durante el desarrollo embrionario no es igual que durante la adolescencia o el estado adulto... Desde luego "el gen" está resultando menos simple de lo que se creía.

El espectacular aumento del "poder de resolución" producido en los últimos años ha desbordado las viejas concepciones sobre la naturaleza de los fenómenos biológicos, hasta el extremo de que, como afirma Philip Ball en Nature (12 de febrero): *"La Biología carece de un marco teórico para describir este tipo de situación"/.../ "puede que para hacer algún progreso los biólogos tengan que importar algunos conceptos desarrollados en Física"*.

Algo así llevan cierto tiempo intentando biólogos como los chilenos Varela y Maturana, o el norteamericano Stuart Kauffman que están elaborando modelos biológicos basados en las teorías de sistemas (una célula, un organismo o un ecosistema son "sistemas complejos", sistemas abiertos que intercambian información con el exterior) en las que los conceptos de "procesos no lineales", "retroalimentación", "redes de información", "autoorganización"... se constituyan en herramientas capaces de proporcionar, por fin, una descripción más real de los fenómenos biológicos. Una descripción científica, que permita avanzar por el camino del conocimiento. Incluso, que, eventualmente, permita hacer predicciones como la Física, la Química, las Matemáticas... Como reclama Philip Ball: *"Los biólogos van a tener que construir una nueva Biología"*.

En este camino, en este contexto, ¿cuáles han sido las consecuencias más destacables de la secuenciación (parcial, quizás muy parcial) del genoma humano?: La sensación mayoritaria parece ser de estímulo, pero también se ha percibido una reacción de decepción.

Decepción, (especialmente para algunos), porque lo que parecía prometerse como una meta con posibles aplicaciones inmediatas, se ha revelado como un punto de partida: De lo que se dispone realmente es de una especie de diccionario incompleto del lenguaje de los genes. Queda por delante completar el "diccionario", tanto el 40% de los genes secuenciados, cuyos productos son desconocidos, como el 20% que quedan por secuenciar, así como los de la enorme cantidad de genes, aparentemente silenciosos y, sobre todo, la ingente tarea de comprender las complejísticas interacciones entre ADN y ARN, entre ADN y ADN, entre proteínas y proteínas,

entre proteínas y ADN...y la, cada vez mas patente, influencia del ambiente en estos procesos. Como dice Sidney Brenner, desde la perspectiva de su larga experiencia, pero sobre todo, de contemplar las competencias y las "carreras de patentes" desde fuera: *"La mayor parte de la gente cree que la secuenciación del genoma humano va a ser una especie de mensaje llegado de los cielos. Pero, lo cierto, es que ese mensaje nos va a decir muy poco. Nos va a decir algo como: "mira, esto es lo que tienes que entender ahora"*.

Pero éste es precisamente el mayor estímulo para los científicos, el desafío de intentar resolver los enigmas de la Naturaleza. Albert Einstein decía: *"La sensación más bella que podemos experimentar es la de lo misterioso... Es la fuente del arte y de la ciencia"*.

Y, la realidad, es que el informe científico sobre el desciframiento del genoma humano, (Nature, 2001) está plagado de términos como "misterioso", "función desconocida", "enigma no resuelto"... A sus autores les resultan sorprendentes las *"más de doscientas secuencias de origen bacteriano"* que han encontrado, así como las evidencias de transferencia horizontal de genes *"relativamente frecuentes"*, es decir, genes *"transmitidos por vectores como virus"*. También han resultado sorprendentes las enormes cantidades de elementos móviles (transposones y retrotransposones), secuencias genéticas que pueden "saltar" de una parte a otra del genoma, bien mediante inserción directa en otra zona, o bien mediante una duplicación previa de su secuencia. Este último fenómeno es el responsable de una enorme cantidad de secuencias repetidas (que constituyen el 45% del genoma) y que antes se consideraban "ADN basura", pero que según la opinión de los autores del informe: *"Como agentes activos, las repeticiones han remodelado el genoma causando reordenamientos, creando genes enteramente nuevos, modificando y barajando genes existentes y modulando el contenido total de Guanina-Citosina"*.

Otra conclusión sorprendente es que: *"Mucho del restante ADN único debe también haber derivado de antiguas copias de elementos transponibles que han divergido demasiado para ser reconocibles como tales"*. Y este último aspecto se repite en el hallazgo de elementos de origen viral, *"retrovirus-like elements"*: 450.000 copias que constituyen (por el momento) el 8% del total del genoma corresponden a secuencias retrovirales *"reconocibles como tales"*. Unas tienen las secuencias genéticas que producen proteínas que hacen capaces a los retrovirus de hacer copias de sí mismos (de su ARN); traducir el ARN a ADN, e integrarse en el ADN celular, además de una secuencia responsable de la producción de sus propias proteínas específicas. Además tienen la secuencia "env", que es la que produce la cápsida vírica (en la que están los receptores que reconocen el sitio de la membrana de la célula que infectan). El otro tipo de secuencias de origen retroviral sólo tiene las secuencias correspondientes a sus proteínas específicas.

Todas estas abundantes, complejas, trascendentales secuencias "autónomas" tienen un evidente origen común: Según los autores: *"Los elementos autónomos (retrotransposones) contienen los genes "gag" y "pol" que codifican una proteasa,*

*transcriptasa inversa, ARNasa e integrasa. Los retrovirus exógenos parecen provenir de retrotransposones endógenos por adquisición de un gen celular "env"(cápsida)".*

Al llegar a este punto del cúmulo de sorpresas que nos está deparando el genoma humano, parece necesario un momento de reflexión: ¿Porqué los retrovirus exógenos, con sus variadas y, a veces sorprendentes cápsidas, que contienen receptores capaces de localizar el punto de la membrana celular por la que penetran y el punto del ADN donde se insertan, "parecen" provenir de retrotransposones endógenos que han "adquirido", (¿al azar?, ¿por qué?) un gen celular, (¿de dónde?), envelope? ¿No podría ser, por el contrario, que los retrotransposones fueran derivados de retrovirus que han **perdido** el gen viral envelope?

Parece que nos hemos encontrado con uno de los (muchos y trascendentales) puntos a reinterpretar a la luz de la "Nueva Biología": pero, para ello, tal vez haya necesidad de cambiar de lenguaje (el lenguaje es, a la vez, resultado y constructor de la realidad). Y no parece razonable continuar interpretando los nuevos datos con el antiguo vocabulario, un lastre (no aparente), del que la Biología debe desprenderse ineludiblemente para cambiar de perspectiva. Y es que el magnífico informe de Nature, a pesar de sus innovadoras conclusiones sobre la implicación de los elementos móviles en cambios evolutivos bruscos, o sobre la influencia de factores ambientales en la activación de elementos móviles, que hacen tambalear a la vieja visión de pequeños cambios graduales y "al azar", no puede evitar el empleo de viejos términos tan arraigados en el vocabulario biológico que, a menudo se emplean para describir fenómenos totalmente opuestos al significado del término empleado. (Un ejemplo: En su magnífico libro *"El árbol del conocimiento"* Varela y Maturana escriben: *"...En efecto, a menudo pensamos en un proceso de selección como el acto de escoger voluntariamente entre muchas alternativas . / ...Es justamente lo contrario lo que ocurre y sería contradictorio con el hecho de que estamos tratando con **sistemas determinados estructuralmente** (el subrayado es mío). /...Hay otras expresiones que podrían usarse para describir este fenómeno. Nuestro motivo, sin embargo, para referirnos a él en términos de selección de caminos de cambio estructural es que la palabra ya es indisociable de la historia de la biología después que Darwin la utilizara.*

Es decir: "por motivos históricos" usamos un término, (selección), para describir "justamente lo contrario". Y así, nos encontramos a lo largo del informe, y en referencia a los elementos móviles, con *"estrategias para asegurar su supervivencia"*, *"valor adaptativo"*, *"competencias"*, *"invenciones exitosas"*, *"colonización de genomas"*... Términos trufados de reminiscencias de las viejas interpretaciones antropocentristas, (etnocentristas más bien), de lucha por la vida, y supervivencia del "mas apto", cuya quintaesencia moderna, la teoría del "gen egoísta" afirma que *"los genes compiten entre sí para asegurarse la supremacía de unos sobre otros"*. Bajo este prisma deforme, no es extraño que las secuencias repetidas, cuya función, (probablemente muy importante) se desconoce, sean degradadas por muchos genetistas con la denominación de "ADN basura", (otro viejo "tic" cultural, el de denominar "basura" a lo que no se conoce o no se comprende).

Quizás la forma de escapar de este círculo vicioso de preconceptos, datos, e interpretaciones, sea cambiar de perspectiva, dejar de mirar los ladrillos y observar, desde lejos, cómo se construyó la catedral, desde el principio. Es decir, qué datos nuevos tenemos sobre la evolución de la vida. Porque el aumento del poder de resolución no sólo ha afectado a los campos de la Biología con "posibles aplicaciones prácticas". La llamada investigación básica, es decir, la profundización en el conocimiento, está aportando descubrimientos absolutamente revolucionarios pero que naturalmente, no reciben el mismo tratamiento informativo (ni siquiera por parte de las revistas científicas) que los descubrimientos de los "genes de interés comercial", como la del supuesto "gen del sabor dulce", que "...puede ayudar a los investigadores a producir edulcorantes libres de calorías" Nature (2001).

Para comenzar con los datos, (no especulaciones), que tenemos sobre el principio de la vida, los primeros **sistemas** vivos que nos encontramos son las misteriosas bacterias, que fueron las responsables no sólo de la creación de las condiciones atmosféricas adecuadas para la vida tal como la conocemos, sino también de la vida misma. La teoría endosimbionte de Lynn Margulis, según la cual las células eucariotas (las que constituyen los organismos animales y vegetales) se produjeron como consecuencia de una agregación de bacterias, se ha podido constatar con la secuenciación del genoma de la bacteria *Rickettsia*, que ha resultado extraordinariamente semejante al de las mitocondrias. Pero eso no es todo: W. Ford Doolittle, en su magnífico artículo "Nuevo árbol de la vida" (Investigación y Ciencia, Abril, 2000), nos muestra que los genes celulares básicos, los actualmente implicados en la replicación, respiración, producción de energía, son una composición de genes provenientes de eubacterias, arqueobacterias y cianobacterias. Para los otros genes de los organismos eucariotas, reivindica la necesidad de "**un cuarto dominio**" que aportara, por transferencia horizontal los nuevos genes. Unos genes que "**se ignora de dónde pudieron haber venido**".

Bien, ya tenemos algunos datos que parecen ajustarse a la terminología de la Nueva Biología: Las complejas células que nos constituyen se han formado por integración de sistemas que ya en sí mismos eran complejos y que "**se han conservado**", hasta el extremo de que Radhey S. Gupta (2000) ha podido identificar la procedencia de conjuntos **genes/proteínas** de los organismos eucariotas: los relacionados con la información genética, provienen de arqueobacterias. Los responsables de las funciones metabólicas, de eubacterias. (Es decir, hay en nuestro genoma muchas más de "**doscientas secuencias de origen bacteriano**"). Falta por identificar el "**cuarto dominio**" que aportó los genes responsables de otros procesos, como por ejemplo, los que controlan el desarrollo embrionario de los organismos multicelulares. Y un indicio muy significativo puede estar en uno de los fenómenos más misteriosos de la evolución de la vida: La "Explosión del Cámbrico"; la asombrosa aparición, de una manera repentina, (es decir, no rápida ni "aparentemente repentina"), hace más de 540 millones de años, de todos los grandes tipos de organización animal existentes en la actualidad (moluscos, gusanos, artrópodos, vertebrados) con estructuras tan

complejas como patas articuladas, aletas, ojos, tubo digestivo. El significado de este hecho constatado, lo resalta Simon Conway Morris en su artículo *"The Cambrian explosion: Slow-fuse or megatonnage?"* (2000), en el que concluye: *la explosión cámbrica es real y sus consecuencias ponen en marcha un maremoto en la historia evolutiva. Mientras que el patrón de evolución es muy claro, los procesos involucrados siguen todavía sorprendentemente esquivos"*.

Los responsables de estos "esquivos" procesos son unos sistemas genéticos denominados "Homeoboxes". Unas **secuencias repetidas en tandem** que funcionan reguladas por unas proteínas específicas (conjunto al que el genetista del desarrollo Antonio García Bellido ha denominado "sintagma", cuya definición en Lingüística es: *"Combinación de diversos elementos en un sólo complejo en la cadena fónica"*): Hay "Homeoboxes" que codifican (significan) ojo, sistema urogenital, oído, proceso de gastrulación. La diferencia entre los "Homeoboxes" de mosca, ratón y hombre, estriba en el número de **duplicaciones** de las secuencias y *"unos cientos de proteínas específicas"* (Morata, 99). En el artículo *"Los genes del Cámbrico"* publicado en la Revista de la Real Academia de Ciencias (99), García Bellido, nos habla de que *"sintagmas completos, en un número creciente de casos, están conservados desde su origen"*. Pero, ¿qué organismo, qué "cuarto dominio" con capacidad de producir duplicaciones aportó los genes y las proteínas necesarios para la regulación del programa embrionario? No parece razonable, dada la extremada especificidad y conservación de los procesos celulares, que estos últimos se produzcan por mutaciones "al azar" en los genes responsables de la respiración, movilización de energía, etc. Es decir: ¿surgieron los elementos móviles de mutaciones "al azar" de los genes bacterianos para posteriormente, y naturalmente "al azar", adquirir la compleja cápsida vírica, o son los virus el "cuarto domino" del que proceden los genes del desarrollo?

Recientes (y, al parecer, menospreciados) descubrimientos científicos están mostrando que los fenómenos biológicos son mucho más complejos de lo que las vagas explicaciones del azar y la competencia de la visión tradicional nos habían hecho creer. En mayo de 1999, se publicó en la revista Nature un artículo de J.A. Fuhrman que, a pesar de su impresionante información, pasó totalmente desapercibido. Su título: *"Virus marinos y sus efectos biogeoquímicos y ecológicos"*. Sus conclusiones: En las aguas superficiales del mar hay un valor medio de 10.000 millones de diferentes tipos de virus por litro. Su densidad depende de la riqueza en nutrientes del agua y de la profundidad, pero siguen siendo muy abundantes en aguas abisales. Su papel ecológico consiste en el mantenimiento del equilibrio entre las diferentes especies que componen el placton marino (y como consecuencia del resto de la cadena alimenticia) y entre los diferentes tipos de bacterias, destruyéndolas cuando las hay en exceso. Como los virus son inertes, y se difunden pasivamente, cuando sus "huéspedes" específicos son demasiado abundantes son mas susceptibles de ser infectados. Así evitan los excesos de bacterias y algas, cuya enorme capacidad de reproducción podría provocar graves desequilibrios ecológicos, llegando a cubrir grandes superficies

marinas. Al mismo tiempo, la materia orgánica liberada tras la destrucción de sus huéspedes, enriquece en nutrientes el agua.

Su papel biogeoquímico es que los derivados sulfurosos producidos por sus actividades, contribuye... ia la nucleación de las nubes!. A su vez, los virus son controlados por la luz del sol (principalmente por los rayos ultravioleta) que los deteriora, y cuya intensidad depende de la profundidad del agua y de la densidad de materia orgánica en la superficie, con lo que todo el sistema se regula a sí mismo.

Actividades ecológicas virales de éste tipo se están estudiando en los suelos terrestres, unos suelos también plagados de bacterias, en su mayor parte desconocidas, que cumplen funciones esenciales en la degradación de sustancias tóxicas en la Naturaleza, o en la fijación de Nitrógeno por las plantas, y en la regeneración de suelos y ecosistemas marinos y terrestres. Pero, además, enormes colonias de bacterias viven en el interior de los seres vivos colaborando en funciones fundamentales, como la degradación de sustancias que no pueden digerir o la producción de otras imprescindibles para el organismo. Se ha calculado que el 10% del peso en seco de nuestro organismo corresponde a bacterias. Recientemente, se ha intentado elaborar un cálculo aproximado de su número total (es decir, las que conviven con nosotros en nuestro interior y en el exterior). La aproximación, que tal vez se queda corta (por ejemplo, solo en el intestino de una termita hay cerca de tres millones de bacterias), ha estimado una cifra para toda la Tierra que oscila entre  $4$  y  $6 \times 10^{30}$  que equivale a cincuenta mil millones de veces el número de estrellas calculado para el universo. ¡Y siempre han estado aquí, incluso cuando para los científicos no existían!: renovando los suelos, colaborando con las plantas, intercambiando genes... En palabra de Lynn Margulis: *"Los organismos vivos visibles funcionan sólo gracias a sus bien desarrolladas conexiones con la red de vida bacteriana /.../ toda la vida está embebida en una red bacteriana autoorganizadora, que incluye complicadas redes de sistemas sensores y de control que tan sólo empezamos a percibir"*

Parece que, por fin, empezamos a disponer de un lenguaje adecuado para describir los fenómenos biológicos. Un lenguaje susceptible de ser aplicado a los fenómenos **observados**, que es lo que echa de menos el prestigioso paleontólogo Niles Eldredge en su magnífico libro *"Síntesis inacabada"*(1997): *"Hay biólogos, que trabajan con otros fenómenos distintos de las especies y los grupos monofiléticos, que experimentan dificultades epistemológicas y ontológicas al tener que explicar sus datos con los instrumentos aportados por la teoría sintética"*. Los **"datos"**, lo que se observa en el registro fósil, no son individuos o especies evolucionando gradualmente y al azar, sino ecosistemas de gran estabilidad y duración en los que todos los individuos, estrechamente interrelacionados, cambian súbitamente en relación con bruscos cambios ambientales. Eldredge nos habla de una relación de *"procesos jerárquicos"* en la Naturaleza: *"Nada, (literalmente ninguna cosa, ninguna entidad) existe por separado en ninguno de los sistemas de procesos jerárquicos"*. Y éste fenómeno, que para los militantes de la "vieja Biología" puede resultar una figura retórica, acaba de



"aparecer" súbitamente como un misterio más de la evolución que *"rompe los antiguos árboles filogenéticos"* (Nature, 2001). Dos trabajos, realizados independientemente, y publicados en Nature (febrero 2001) han llegado a las mismas conclusiones: han estudiado secuencias de genes de una gran cantidad de mamíferos salvajes. A pesar de que las secuencias estudiadas eran diferentes en los dos trabajos, los resultados, semejantes, eran los siguientes: las estrechas semejanzas en sus secuencias separa a los mamíferos en cuatro grupos: Afrotheria (Mamíferos africanos), Laurasiatheria (Eurasíaticos), Xenartra (mamíferos de Centro y Sudamérica) y Euarchonta + Glires, (¡Primates, incluido el hombre, y roedores!). Los dos grandes grupos independientes de los dos primeros continentes poseen formas de ungulados, carnívoros, acuáticos... Es decir, para ellos, no parecen haber evolucionado agrupados según el criterio tradicional (ungulados, carnívoros, etc) sino que, en cada continente, han "surgido" las distintas morfologías y las distintas funciones en la pirámide ecológica. La "explicación" del extraño fenómeno es que *"Muchas adaptaciones de los mamíferos placentados, abarcando desde acuáticos a voladores, han evolucionado muchas veces independientemente "* (si ya resulta difícilmente explicable que una de las "adaptaciones" como, por ejemplo, el vuelo, surja una vez como consecuencia de la selección natural actuando sobre mutaciones al azar, qué decir de todas esas *"muchas adaptaciones"*). Aunque el fenómeno se califica en la revista como *"radiaciones adaptativas paralelas"*, un "relicto" de la vieja Biología consistente en poner un nombre a un fenómeno como si eso lo explicase, lo cierto es que parece ajustarse más a las observaciones de Eldredge: *evolución de ecosistemas*, en la que tienen que estar forzosamente implicados mecanismos de transferencia horizontal de genes, incluidos los del desarrollo.

¿Extraño? Veamos una pista: En diciembre del año 2000, Nature publicó *"el primer genoma completo de una planta que se libera a la comunidad científica": Arabidopsis thaliana*. Una herbácea elegida por su genoma pequeño (5 cromosomas), pero con un número de genes próximo a los 25.000, de los que casi el 80% están duplicados. Además de la existencia de una gran cantidad de "elementos móviles", se ha podido constatar que cerca del 60% de los genes de *Arabidopsis* los comparte con otras plantas, animales y hombre (entre estos el "famoso" gen *BRCA2*, considerado "uno" de los responsables del cáncer de mama). Y es sólo el primer genoma vegetal "liberado" por las empresas privadas a la comunidad científica...

Llegados a este punto, quizás sea conveniente detenernos en otra pequeña reflexión. Estamos comenzando lo que se ha dado en llamar "El siglo de la Biología", en referencia a las "mágicas" aplicaciones de ella que iban a producir grandes mejoras en la calidad de vida de "la Humanidad". Pero, justo al comienzo, nos hemos encontrado con que lo que se abre ante nosotros es un punto de partida para una nueva visión de la Naturaleza, que hay que comenzar a reinterpretar, a comprender. Las perspectivas más optimistas, como las de Francis Collins, predicen un mínimo de 20 años para comprender realmente el genoma (para otros, cien). Solo entonces *"se podrán realizar de forma segura cambios genéticos en la línea hereditaria"*. Y éste es el problema. La

necesidad, al parecer perentoria, de manipular los genes, de introducir cambios genéticos artificiales en la Naturaleza. Un proceso que ya ha comenzado con la manipulación de procesos mal conocidos, siempre con el lastre de las viejas interpretaciones y muchos de ellos ocultos bajo el oscuro manto de fuertes intereses comerciales:

*"La terapia génica es todavía arriesgada, pero los intentos siguen en marcha" , advierte el Comité de Ética de la Organización del Genoma Humano, -HUGO-, (Nature, 2001). Porque no parece, por el momento, que las empresas patentadoras de "genes" y de metodologías, tengan gran interés en compartir gratuitamente con la comunidad científica los resultados de sus grandes inversiones, (al parecer, el 25% de las acciones de Wall Street pertenecen a empresas de Biotecnología).*

Un principio científico básico es que hasta que no se conoce totalmente un fenómeno no se pueden establecer predicciones. Y el fenómeno de que estamos hablando, la vida, es de tal complejidad que necesita de puesta en común no sólo de la información proveniente de paleontólogos, microbiólogos, ecólogos... sino, como vimos al principio, de físicos, químicos, matemáticos... Se está empezando a comprender la dinámica de los sistemas complejos. Según A.L. Barabasi, físico estadounidense, los sistemas complejos se establecen en redes que distan mucho de ser aleatorias: *"Presentan un elevado grado de orden y universalidad que, en todos los aspectos, ha sido algo bastante inesperado. Redes tan aparentemente diversas como el metabolismo, los ecosistemas, o Internet, son generalmente muy estables y resistentes , aunque sean propensas a ocasionales colapsos catastróficos"* (la "complejidad al borde del caos" de los físicos).

Una reflexión dentro de la reflexión: estamos comenzando a percibir los desastrosos resultados de la visión economicista y reduccionista de la Naturaleza. Para completar el cuadro, sólo falta la emisión de "contaminación biológica" incontrolable y de duración indefinida...

La nueva Biología tiene, desde luego, mucho trabajo por delante. Pero ya tenemos un punto de partida con una base científica y con datos que parecen ajustarse a ella: Nuestros componentes básicos, las células, se autoorganizaron mediante la **"integración de sistemas complejos"**: las bacterias. El siguiente "salto" de nivel de complejidad, los organismos multicelulares, (los programas embrionarios), se tuvo que producir mediante la **"transferencia horizontal"** (integración) de sistemas que contuvieran los genes y proteínas específicos procedentes de **"un cuarto dominio"** (quizás algún día se les reconozcan sus derechos a los virus). Los siguientes "saltos" evolutivos produjeron unas misteriosas "radiaciones paralelas" que implicaban a ecosistemas enteros. Todavía las bacterias y los virus (estos últimos olvidados por Margulis) continúan intercambiando genes, regulando ecosistemas, manteniendo la complejidad, .... "embebiendo la red de la vida".

Sí, parece que queda mucho trabajo por delante. La cifra de veinte años para *"hacer cambios genéticos con seguridad"* puede ser muy optimista, como posiblemente

lo son las afirmaciones sobre la inminente "medicina individualizada", o la generación de expectativas muy lejanas por el momento, cuando no de un futuro delirante: "Podremos crear vida"; "Si conseguimos limpiar el ADN, podremos sobrepasar los 120 años"... Pero, quizás la primera necesidad sea detener este camino irracional y reflexionar sobre la patente incongruencia entre realidad, necesidades (prioridades) y expectativas. Unas expectativas creadas con anterioridad a estos nuevos descubrimientos, basadas en una concepción reduccionista y determinista de los "mecanismos" genéticos, y dirigidas por intereses con muy poco de científicos (muchos de los "problemas" que pretenden solucionar no son, obviamente, los principales problemas de la Humanidad).

Parece que se impone una profunda reflexión, una puesta en común (sin ocultamientos ni "patentes"), de los nuevos descubrimientos, algunos tan impresionantes que hacen pensar que los fenómenos fundamentales de la historia de la vida escapan a nuestra capacidad de imaginación, acotada por la forma de pensamiento reduccionista y "lineal" de la vieja Biología.

Sin duda, será difícil desprendernos de las interpretaciones científicas (y del vocabulario) del viejo paradigma tan imbricado, desde su origen, con el modelo económico y social del azar como fuente de variación (oportunidades) y la competencia como motor de cambio (progreso), concepto, éste último, que impone la necesidad de "competidores" en la Naturaleza, ya sean imaginarios o creados previamente por nosotros, pero que, sobre todo, induce a la realización de preguntas inadecuadas, con lo que es probable que obtengamos respuestas inadecuadas. Es decir, quizás no se trate, por ejemplo, de "cómo acabar con los peligrosos virus y bacterias patógenos", sino preguntarnos qué es lo que los convierte en patógenos.

Pero el recurso al "azar" de la vieja Biología que, en su origen, era en realidad desconocimiento, se ha convertido en una panacea paralizadora, resistente al cambio de interpretación mediante su capacidad de asimilar cualquier nuevo descubrimiento sobre "mecanismos" de cambio genético, por complejos que sean, como "otra" modalidad de mutación al azar. Y, al mismo tiempo, (y esto quizás sea mas grave), la idea de cambio aleatorio y sin sentido libera de responsabilidad a los manipuladores de fenómenos de la vida, cuya complejidad y cuyo sentido desconocemos.

Sin embargo, precisamente es el aumento de la capacidad de manipulación de procesos biológicos (y sobre todo, la urgencia de su rentabilización), las que suponen una gran responsabilidad para sus practicantes: la de interferir en la "red de la vida", en la que están implicados microorganismos cuyas actividades y capacidades sólo estamos comenzando a comprender, pero de los que desconocemos hasta donde pueden llegar en su respuesta a nuestras agresiones.

La Nueva Biología se ha de construir sobre una visión de la Naturaleza en la que todo, hasta el menor microorganismo y la última molécula, están involucrados en el mantenimiento y regulación de la vida sobre la Tierra, en la que no sobra nada, (ni nadie), porque probablemente, todos tienen su función y, si es así, no sólo tienen

"derecho" a existir (un derecho que nadie tiene la prerrogativa de concederles ni quitarles), sino que es muy posible que sean imprescindibles.

Sin duda, este cambio de concepción será difícil, porque no depende sólo de una reinterpretación científica de la Naturaleza. Los términos "competencia", "explotación de recursos", "coste-beneficio", "rentabilidad"... son parte constituyente de la "realidad" dominante. Y la situación y la dinámica actuales del Mundo no parecen caracterizadas ni dirigidas precisamente por la reflexión...

## **BIBLIOGRAFÍA**

- BALL, P. 2001. Ideas for a new biology. *Nature science update*. **12 Feb.**
- DOOLITTLE, W. F. 2000. Nuevo árbol de la vida. *Investigación y Ciencia*. Abril. 26-32.
- ELDREDGE, N. 1997. Síntesis inacabada. *Fondo de cultura económica*. México.
- FUHRMAN, J. A. 1999. Marine viruses and their biogeochemical and ecological effects. *Nature*. **399**,541-548.
- GARCÍA BELLIDO, A. 1999. Los genes del Cámbrico. *Rev.R.Acad.Cienc.Exact.Fis.Nat. (Esp)*. Vol. **93**, Nº 4.
- GEE, H. 2001. Evolution: Shaking the family tree. *Nature science update*. **1 Feb.**
- GUPTA, R. S. 2000. The natural evolutionary relationships among prokaryotes. *Crit. Rev. Microbiol.* **26**: 111-131.
- LOK, C. 2001. Sweet tooth gene found. *Nature science update*. **23 Ap.**
- MORATA, G. 1999. Biología Molecular, desarrollo y Evolución del Reino Animal. *Origen y Evolución*. Fundación Marcelino Botín. Santander.
- MORRIS, S. C. 2000. The Cambrian "explosion": Slow-fuse or megatonnage?. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. Vol. **97**, Issue 9, 4426-4429.
- O'BRIEN, S.J. *et al.* 2001. Molecular phylogenetics and the origins of placental mammals. *Nature*. **409**,614-618
- PEARSON, H. 2001. Human gene therapy worth the risk. *Nature science update*. **20 Ap.**
- SPRINGER, M.S. *et al.* 2001. Parallel adaptative radiations in two major clades of placental mammals. *Nature*. **409**, 610-614.
- THE ARABIDOPSIS GENOME INITIATIVE 2000. Analysis of the genome sequence of the flowering plant *Arabidopsis thaliana*. *Nature*. **408**,796-815.
- THE GENOME SEQUENCING CONSORTIUM 2001. Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature*. **409**,860-921.

**BIOLOGY: AN OLD PERSPECTIVE**  
Máximo Sandín, Departamento de Biología, 1.996  
Universidad Autónoma de Madrid.

The currently predominant scientific vision of the world originated in the "scientific revolution" begun in the XVI and XVII centuries by Copernicus, Galileo and Newton's theories. The technical and economic boom that produced the subsequent industrial revolution drove science towards a mechanistic, utilitarian approach to nature, the purpose of which was (and still is) to *predict* and *control* the studied phenomena.

Until then, the close contact with nature inherent to Western and other cultures' lifestyles had engendered an "ecological" vision of "Mother Earth". Scientific perception of the world was aimed at *understanding the meaning* of natural phenomena (in a religious or philosophical context) rather than trying to dominate them.

New knowledge from physics and ecology has highlighted the failure (and peril) of man's attempt to control nature, and suggests a need to return to an "old way of looking" at the world.

**BIOLOGY: AN OLD PERSPECTIVE**

Students of science history will not be surprised to find that "objective" scientific observations can easily be a reflection of the observer's own mental framework. This culturally determined "way of thinking" derives from the combination of more or less accidental historical circumstances that shape the beliefs of a specific society at a given time, along with personal circumstances shaped by the subject's own experience and training. It is what the science philosopher Thomas Kuhn called the "Paradigm", which is not a scientific theory or hypothesis, but a way of looking at the world which is influenced by scientific observation and experience, and also by the observer's cultural prejudice.

Scientific interpretation of nature, especially of the origin and relationships between living beings, is perhaps one the disciplines that has most clearly evidenced this "cultural dependency", most probably due to an unconscious, *a posteriori* attempt by the scientist to find or rather justify man's place in nature in accordance with the most profound, deeply rooted beliefs of his social and cultural context.

Not even the greatest minds of history have freed themselves from this trap. Aristotle's hierarchical concept of the animal world and different peoples can be explained by the fact that he was a member of the aristocracy and hence a slave owner. The theory of cataclysms and successive creations used by Cuvier to explain the obvious sudden changes in the fauna between geological strata had clear religious connotations in addition to the influence of his contemporary revolutionary spirit. There are hundreds of similar examples familiar to us, and thousands more...

So, what about the present concept of the living world?

The theory of evolution, the central idea to the description of the origin and relationships amongst living beings and between them and their environment, is apparently solidly based on Darwin's 1869 work, "The Origin of the Species by Natural Selection". The influence of the predominant contemporary economic and social theories by Malthus and Spencer is obvious. Thus, if we at least admit the possibility that certain cultural influences or prejudices about the scientific perspective on the world, a brief reference to the current context is also pertinent. From an historical perspective, the present situation is none other than the culmination, and perhaps the start of the crisis, of the economic and social model that began at the time of Darwin's theory. The consolidation and sophistication of the two models have certain similarities. When the free market economy was expanding at the start of this century, the empirical basis provided by the mathematical theory of population genetics for the description and prediction of biological variation facilitated the reorganisation and consolidation of the Darwinian theory in academic circles. Under

the name of the Synthetic Theory, it claims that the micro-evolutionary processes of random mutation that generate variability and random genetic drift are harnessed by natural selection or intraspecific competition, thereby acting as the driving force for change and evolution.

Let us try to withdraw from the time context (to do so from the cultural environment is harder) and try to contextualise the present paradigm. Although the synthetic theory has sufficient explanatory capacity and potential for experimental verification to explain the *observable* variability in *present* living beings, it is much less appropriate for explaining how this point has been reached. Even Darwin himself was unconvinced, writing, "Why, if the species have descended from other species through undetectably minute graduations, do we not see everywhere innumerable forms of transition? Why is the whole of Nature not in confusion instead of the species, as we see them, being well defined?"

If his theory was true "The number of intermediate and transitory stages between all living and extinct species must have been inconceivably great." In other words, there should be evidence of the transition between the different animal phyla (fish, amphibians, reptiles, birds, mammals), although this is obviously not the case. Moreover, the larger the amount of data available, the greater the evidence of the lack of a gradual transition between groups (Fig. 1). Darwin himself acknowledged that this was "the most obvious and serious objection that could be raised against my theory."

As in so many other cases, however, the disciples turn out to be more radical defenders of the master's theory than their master himself: the modern defenders of natural selection (the clearly predominant body of thought in the scientific world) claim that by working gradually through intraspecific competition on random mutations, natural selection is not only an acceptable explanation of present biological variation, but is moreover the *only* possible mechanism to explain it.

One extremely belligerent (and apparently successful) exponent of this attitude, the prestigious zoologist R. Dawkins (1), finds no difficulty in explaining the appearance of new complex structures in living creatures as the result of the accumulation of random mutations shaped by natural selection. He does not hesitate to use this mechanism to describe the appearance of the eye, for example, in spite of its complex structure and cerebral connections and its controversial evolution: "On one per cent vision is better than total blindness, 6% is better than 5%, and so on upwards in a gradual, continuous series." This simplistic way of "explaining" the appearance of complex new organs and structures is quite common in texts on evolution, despite its obvious weakness, since otherwise they could not be explained in terms of natural selection acting gradually on random mutations as a mechanism for change.

Nevertheless, the lack of any creative role by this process can even be seen in the experiments that purport to confirm it: the famous example of "industrial melanism" in the peppered moth (Fig. 2) shows that natural selection can only explain variations within the limits of a certain species. In 1973, the French biologist Pierre Grassé (*L'Evolution du Vivant*) wrote that proof of Darwinian evolution "...Is merely the observation of demographic factors, local fluctuations of genotypes and of geographic distributions. The observed species have often remained practically unchanged for hundreds of years!" This phenomenon is familiar to palaeontologists. It has led S.J. Gould and N. Eldredge (2) to formulate the theory of "punctuated equilibrium", according to which most species appear suddenly in the fossil records and remain with few or no changes until their disappearance or sudden transformation into a different species that arrives fully formed (Fig. 3).

Proof of this (previously described by Cuvier in the XVIII century) should lead us to think that the way one species is transformed into another might indicate that there is something other than the gradual change mechanism postulated by the synthetic theory. On the contrary, however, Gould and Eldredge's interpretation does not leave the slightest room for such a possibility. They claim that these new species are formed quickly "in a geological context", but always through the action of natural selection on gradual changes.

Evidence for this phenomenon might have prompted Darwin to propose an alternative mechanism to explain these sudden changes. But it is too late. The Paradigm is too well entrenched.

One perhaps simple but nevertheless pertinent example can be found in modern cities. For the

average citizen of industrialised countries, bound to the tough working conditions of a competitive society based on production and consumption, every individual is a potential competitor, customer or employee (this may also be extrapolated to international relations). This is precisely the "scientific" vision set out by Dawkins (3) in his "selfish gene" theory, based of course on the "objective" observation of relations between organisms, which is supported by a considerable number of biologists.

Of course this is an extreme example of neo-Darwinian tendencies, and has obvious ideological connotations. Not all scientists accept such radical socio-biological views. The majority, however, when subjected to the paradigm of natural selection as the driving force of change and competition as its main resource, try to justify the growing body of evidence for genetic variability in organisms, increasingly inexplicable in terms of natural selection, by pointing to a growing proportion of neutral mutations and random microevolutionary phenomena (4).

### THE "SAMURAI" BIOLOGISTS

The apparent inability to accept that the fundamental problem, the origin of these divergent and often contradictory explanations, might be the cultural approach used in the to analysis, does not prevent this phenomenon from arising in scientists from other cultures.

One of the best-known Japanese biologists is Mooto Kimura. His "neutralist" theory of evolution is based on "orthodox" criteria and methods, (i.e., acceptable to western science), as he is an expert in population genetics. Nevertheless, his conclusions appear to question the Darwinian model. He claims that the majority of DNA mutations are neutral, i.e., they do not give the organism a real advantage in the "struggle for survival". Naturally, as a specialist in population genetics, he has been able to test the action of natural selection, although he does not believe that it has the "creative" importance attributed to it by Darwinists.

Another highly prestigious Japanese biologist, practically unknown in the West, is less influenced by the "orthodox" methodology. Kinji Imanishi (University of Kyoto), who has been studying evolution since 1941, claims that Darwinism errs in over-emphasising the individual, when in fact the group is the real entity. Nature encourages continuity, mutual relationships and stability. He believes that the basic concept is "coexistence" and not the Darwinian "competition principle". Change is progressive and co-ordinated in cells, organisms and in populations. In evolution, all individuals of a species change at the same time when the moment arrives. It is a "maturing" process, not a random mechanical change in a few genes.

The most interesting feature of this vision, which is the closest match to the fossil record evidence, is that the author acknowledges its cultural component- an attitude hard to imagine in "orthodox" scientists: "Darwin lives in the West and Imanishi in the East", he writes. Western culture exalts individualism; life is competition, while Eastern philosophy/religion is impregnated with a sense of solidarity, the preponderance of the society over the individual.

In "Darwin amongst the Samurai" (Mundo Científico, vol.6, nº 4), the French biologist Pierre Thuillier discusses Imanishi's theory: "Hence, the anti-Darwinist theory can freely develop a "poetic vision" that has the basic advantage of appealing to the Japanese public. Ultimately, the harmonious nature described by Imanishi plays a "compensatory" role. When the Japanese experience harsh competition in their everyday lives, the evolutionary utopia offered to them gives them a reason to believe in a better world."

Apart from this questionable interpretation of Japanese society (a lot could be said about how such competition is organised, its social integration and its results), it is striking that he justifies the origin of a scientific theory on both its cultural context and the "tastes" of its audience. The author does not, however, suggest a similar phenomenon in the "Western" theory, as from his cultural perspective, "It is proven that intraspecific competition is manifested in 90% of the cases studied". He goes on, "Have Kimura and Imanishi been *carried away* , so to speak, by the same cultural wave?"

Thuillier claims that, "Imanishi brings us back to an old, still unresolved problem: the integration of Western science [i.e., *Science*] by an *outside* culture." ( the present author's italics). *Outside* cultures (outside what?), however, may have "useful" aspects. Thuillier discusses Werner

Heisenberg's opinion about the Japanese physicists Tomonaga and Yukawa: "For example, the great contribution by Japan to quantum mechanics since the last war may indicate a certain relationship between traditional Eastern philosophical ideas and the philosophical contents of the quantum theory. It may be easier to adapt to the quantum concept of reality when one has not yet been subjected to the simplistic materialism that still reigns in Europe in the final decades of this century." For Thuillier, this *cultural way* of looking at matter (the Paradigm) seems valid when describing some aspects of reality but not others, as he concludes: "The difference is that Yukawa turned to physics and in 1949 was awarded the Nobel Prize, while Imanishi, who continued to reject the "bellicose philosophy of neo-Darwinian evolution, chose to challenge it with anti-western evolutionism."

It thus seems that matter, *reality*, differs according to one's scientific discipline.... Or perhaps it might be that the differences depend on *who* is doing the studying.

Let us briefly return to quantum physicists who seem to have disengaged themselves from their cultural context to some extent (their obvious advantage is that their study matter is abstract and thus avoids socio-economic nuances). What is the "philosophical component" of their theory that suggests such kinship with Asian traditions?

Put simply (with apologies to Dr. Heisenberg), there are three outstanding aspects: put in "accessible" terms, the first is that subatomic particles, the ultimate components of matter, are not "individual entities" (particles in a material sense), but only exist in terms of their relationship with the rest. The second is that energy/matter, produced by these "systems of particles" is organised into discontinuous "quanta" from the level of elementary particles up to the Universe. These systems are formed by lower level systems that interact in such a way that "the whole is more than the sum of its parts", called "Holons" by the physicist A. Koestler.

The third and perhaps hardest feature to "visualise" is that the elementary particles, electrons, have the dual quality of being particle and wave at the same time- opposing and at the same time complementary conditions, and thus their essence cannot be described at a given moment other than in terms of probability.

## QUANTUM NATURE

These three concepts all differ from the mechanistic, materialist view of reality describe by Heiseberg, but are accepted by the scientific community as if they were scientifically demonstrable facts, (i.e., empirically and experimentally), in spite of being hard to "visualise" materially. If, however, we focus on our "visual field", an intermediate space between subatomic particles and the Universe, we might have a "direct experience". Can these concepts be applied to the living world by applying the freedom of the physicist's mind?

Let us consider the first two points. Although the trend or inevitable necessity in biology for specialisation leads to the study of very restricted aspects of living beings (at times to a surprising extent), it seems clear that the concept of the "independent organism" has little real value. Ecology explains that living beings organise themselves through intense exchanges with their surroundings, which in turn are organised as a dynamic, highly integrated ecosystem. The sum of these ecosystems also makes up system of living and non-living forms at different levels, amongst which there are interrelationships and interdependencies. Finally, the whole biosphere constitutes an enormous dynamic, self-regulating ecosystem.

At lower levels, the organisms themselves are open systems composed of units that are grouped into organs that work in co-ordination with others, and which at the same time are formed by cells- highly complex systems that include mechanisms to transform energy, information and regulation networks, the generation of internal and external structures.... All of these levels have the common quality that the whole is more than the sum of its parts, none of which can survive if not in harmony with the rest. Not even genes can be regarded as individual entities, since their activity (and existence) depends on the co-ordinated interaction of many regulatory proteins, histones, RNA and even other individual or grouped genes that must be synchronised. In other words, biological processes seen in overall terms are in effect systems that integrate different levels and work in harmony, as a whole according to the "eastern-quantum" perspective. Of course the relationships



between each component could be described more prosaically (more "objectively" in our perspective) in terms of *struggle* or *competition*: a way of describing biological phenomena such as the selection of males for mating, food gathering, the immune processes and even the mechanisms for genetic regulation, which can be defined in terms of "competition between histones and the transcription factors" (5). This interpretation of struggle or competition may, however, have an element of observer input which, when the specific fact is analysed, might understate its significance or function in the more global context of its relational system and the final results.

#### BACTERIA: "QUANTAL LIFE"

One spectacular example of such a dual interpretation is a phenomenon that I consider crucial to biological processes- the origin of the eukaryotic cell and hence the first component systems of living beings.

The mystery of the formation of the first cell, a complex and exquisitely interweaving of processes that is so hard to explain from an orthodox perspective (6) as a result of gradual, more or less random chemical processes, has been explained by Margulis and Sagan so soundly that it is considered to be one of the few scientifically proven evolutionary processes. The insertion of a *Prochloron* bacterium, or aerobic bacteria like *Paracoccus* or *Rhodospseudomonas*, into another (Fig. 4) seems clearly (morphologically and functionally) to have been the origin of chloroplasts and mitochondria, essential organelles of eukaryotic cells. It can also be verified by deciphering and comparing the DNA of these organelles with the above-mentioned bacteria, revealing surprising similarities that are indicative of a faithful conservation of these DNA sequences from their origin. The authors also claim to have observed the symbiotic origin of eukaryotic cell organelles in the derivation of cellular microtubules from spirochaetes.

The orthodox interpretation of this extraordinary process is that it is a case of phagocytosis (i.e., one "bacteria industry" or "bacteria bank" devouring or assimilating another) conferring a selective advantage, or a case of parasitism (by which one benefits at the other's expense).

From a different perspective, i.e., from outside the paradigm of competition as the driving force of evolution, it can be described as the integration or co-operation of two or more systems, the result of which something more than the sum of its constituent parts: Bacteria are systems, totalities, what physicists call Holons and, although seemingly strange, this integrity ensures their sudden appearance, given that totalities, like quanta in physics, cannot appear gradually. This different perspective might encourage a search for the *meaning* within the phenomenon- its *teleological* content (which is not in itself negative or ascientific, but merely a possibility), and allow the deduction or induction of the results or consequences of such co-operation.

This concept (or something similar) has been used in a rigorous study of the phenomenon by Margulis, who defends bacteria against their "excessively maligned" traditional role ("What is Life? Simon and Schuster, 1995) as merely the source of illness, overlooking their vital role in the origin of eukaryotic cells and a wide variety of important functions within the dynamic relationship between the "living" and "non-living" worlds. It is generally accepted that in the origins, the extraction of carbon dioxide from the primitive atmosphere and the generation of an atmosphere with a high oxygen content was largely due to the activity of photosynthetic bacteria and subsequently of unicellular algae, their first descendants.

Moreover, present-day bacterial functions may differ greatly from the pathological character usually ascribed to them. Some fix nitrogen in poor soils and facilitate plant life which would otherwise be impossible, others produce fermentation and make substances assimilable and useful to complex organisms which could not be exploited without such prior activity. Some do their work in herbivore intestines, some in humans, while others transform elements that are toxic to other organisms such as nitrogen, sulphur and carbon compounds into organic matter that can be absorbed by plants.

The neo-Darwinian explanation of these *necessary* processes for life might "simply" be that the bacteria have adapted to a lifestyle that coincidentally is useful for life itself. However, there is further process (guided mutation) which disturbs the defenders of the orthodox theory, as it may well "waken the ghosts of Lamarckian evolution", although it might also shed light on the matter. It

has been found (8) that when certain bacteria are presented with a food source they cannot use, they mutate (in this case two independent mutations which alone would be of no use) that facilitate the assimilation. The probability of this simultaneous event happening spontaneously is virtually nil. It is thus a response to the environmental conditions, and hence a post-adaptive mutation.

In other words, as Margulis indicates, they are not merely pathogenic agents but a basic component of life. They obviously have a pathogenic character, but one might consider that this is so when an external phenomenon disrupts the harmony (or, if that sounds too "eastern" or unscientific, the *balance*) by which biological phenomena occur in nature. In an ecological sense, is there a "bad guy" in the food chain?

#### THE VIRUS: MESSENGER OF DEATH - MESSENGER OF LIFE?

Speaking of "bad guys", there are other "critters" that do not seem to fit into this "harmonious" vision of the terrestrial ecosystem. Judging by the social repercussions echoed in the scientific and general media, the virus has apparently become the worst enemy of the human race.

In scientific terms, the way they invade cells, their self-organisational ability, their origin and place in nature, etc., are still a mystery despite their detailed study and our knowledge of many of their genetic sequences (Fig. 5).

These beings on the boundary between the living and non-living worlds have no real existence except within other organisms. Outside, they cannot be regarded as "live" organisms. They are simply a DNA or RNA molecule wrapped in a protein capsule of a sometimes surprisingly geometric shape. The way that these "inert" bodies inject their genetic material into the host cell is also surprising, but more astonishing still is that with their genetic material they feed in the enzymatic machinery that makes it possible to cut and merge the host cell's DNA with their own, entering the host cell where they can stay inactive or begin to translate their own genetic information. In some cases this information allows new viruses to be constructed using the cellular machinery until the cell is destroyed and others are infected. This is their pathological quality. Others, however, merely feed their genetic information into the rest of the cellular DNA (Fig. 6).

The biological significance of this integration process may be familiar to the reader: it is a means by which two genetic units (two systems) can combine into a single larger unit. How does this fit into the evolutionary context? This feature makes the virus worthy of consideration as a potential mechanism for the input of complex DNA sequences into animal and plant genomes. By taking the unconventional path, i.e., instead of trying to fit the data to a preconceived body of ideas that explain evolution, we shall look at the data afresh and then see what plan they suggest.

Variable amounts of DNA known as "endogenous viruses" have been found in animal and plant genomes. Most of the different types are thought to be derived from exogenous viruses that infected the species in the past and have become endogenous by insertion into germ cells. Thousands of sequences of viral origin are being discovered that actively participate in the function of distinct tissues. Some of these sequences can be regarded as true genetic fossils; "ancient" proviruses that have undergone multiple mutation although they can still be linked to some present retroviruses. Others occur in the form of mobile or *transposable elements* (TE)- DNA sequences capable of moving and inserting themselves or their copies into new locations in the genome.

The meaning of the presence and activity of all these viral elements in animal and plant genomes can be deduced from their effects. Through their reinsertion, the mobile elements can provoke chromosomal reorganisation and, above all, changes in gene expression and regulation, with important evolutionary consequences. A retrotransposon has been described that is responsible for the modification-amplification of the expression of the genes involved in amylase secretion. In mammals it is only secreted in the pancreas, but in humans it is also secreted by the salivary glands, thus extending the range of food that can be ingested- a clear adaptive advantage. Other retrotransposons are involved in the regulation of genes linked to histocompatibility (9), and to the expression in tissues of human, mammal, invertebrate and plant alpha-globins (10, 11, 12, 13).

This explains the lack of correspondence in attempts to link the morphological evolution of closely related species to the rates of amino acid change in proteins: it may have taken place

primarily by means of changes in the regulation of genetic activity rather than through changes in amino acid sequences.

Recent discoveries are even more spectacular (and informative) about the activity of endogenous viruses: in some cases, endogenous retroviruses can carry genes from the somatic to the germ line. In a recent study, Rothenfluh demonstrates the existence of a genetic transmission mechanism of the acquired immunological memory of lymphocytes to the germ line, thus constituting a strictly Lamarckian mechanism. In other cases, the retroviral sequences are expressed directly: nearly 1% of the 10,500 completely known genetic sequences expressed in 37 animal tissues correspond to endogenous retroviruses and are expressed as a constituent part of the brain, placenta, embryo, lung, etc. (Genome Directory, Sept. 1995).

Finally, another important form of activity from an evolutionary-mythological perspective has been discovered in HIV-1 retroviral antigens, expressed in human placenta trophoblast cells. This important task contributes to the *morphological differentiation* of these cells.

Data from a well-studied organism in developmental genetics can provide clues to the obvious evolutionary significance of this phenomenon, as well as in terms of the control of cell proliferation: 15 retroviral sequences have been identified in *Drosophila* embryos, whose purpose is the spatial and *temporal* control of the development of different tissues (12).

An expanding body of this type of information can be found in recent (and doubtlessly future) scientific publications on molecular biology, virology, genetics, etc.

#### A VERY OLD NEW MODEL

Returning to the previous theme, what might this type of information mean from an evolutionary perspective? In the above context, it provides a reasonable answer to several unresolved problems for the Synthetic Theory:

Firstly, it demonstrates the existence of a mechanism by which the *new* genetic information may be fed into genomes by the integration of a complete system- a mechanism that is much more plausible than the mutation-disorganisation of a closely interconnected cellular system. Secondly, it may explain the appearance of these new sequences (Goldsmith's "macromutations, se Box 2), in a sufficient number of individuals to facilitate their survival as a species. And thirdly, the sudden changes associated with this phenomenon would prove the existence of the saltationist phenomena observed in the fossil record.

Defenders of the conventional evolution theory would not hesitate to reject these three general aspects, but if we avoid the theoretical or philosophical implications and focus on the rationalist, Cartesian methodology -the only one in our cultural context of any use for a scientific analysis of reality, we can seek possible proof for these three suppositions.

Abundant molecular information solidly backs the first aspect: one significant example is the extremely conservative nature of ancestral sequences that can be traced from bacteria up to higher organisms. They can be followed from the regulatory sequences of genetic activity such as the TBP (the "universal protein"), through cellular proteins, up to cellular structures such as microtubules. This astonishing pattern is often mentioned but rarely given any importance. However, it would obviously not happen if evolution were to happen by small random mutations that had diversified the DNA from the bacterial origin up to the present organisms.

This is not a mere hypothesis or interpretation. The changes and chronology of genetic sequences by integration have recently been documented: sequence analysis of genes related to the expression of amylase in human salivary glands suggests that the retrotransposon responsible for amplifying its expression may have been inserted 45 million years ago (the palaeontologically established point of separation between prosimians and anthropods (9). Furthermore, the retrotransposable element L-1.2, the first to be identified in the human DNA in chromosome 22, has been located in the same place in chimpanzees and gorillas (15), suggesting that it has been at the same genome location for at least 6 million years.

Spectacular results have been obtained recently in the study of large tax, although they do not lead to any evolutionary interpretation as they are inexplicable from the official paradigm. A considerable difference between the retroviral "populations" of reptiles and those of birds and

mammals has been demonstrated (16). Does this have an explanation from our perspective?

Other, less demonstrable but no less indicative proof can be added to this list. Several aspects of embryonic development have been interpreted lucidly by Charline and Devilliers (17) in an evolutionary context. They claim that the biological variation of the Synthetic Theory, which states that genes are treated in calculations of evolutionary genetics as being independent from each other, "is an unsustainable reductionist position. Not all genetic combinations are actually feasible. There is a small number of genotype combinations for each organisational plan." The genome now appears to be "a system organised into hierarchical and interconnected functional levels." The gene ceases to be *a free agent*, and becomes "a member of a society whose correction mechanisms restrict its potential for variation within a range of the possible and the impossible". The stability of these paths, however, would not imply that they were unalterable. natural selection has clearly worked in living beings, but only on specific characters in the final stages of embryonic development, whose inflexibility diminishes as the initial "almost immutable" stages such as those that determine the overall organisation are superseded by phases that are more "open" to minor changes.

The action of retroviral sequences involved in *cellular differentiation* is perfectly plausible in this embryonic mechanics of "hierarchised and interconnected functional levels", as this is a means of feeding into a closely knit system the sequences (the system) necessary for the expression of a new tissue (or even an organ) with a large number of equally interconnected processes that this requires.

Strange as it may seem, the experts in ontologogenetic development are not surprised. They conclude their article by asking, "Have these intermediate forms, so often lost and missed, always existed? Are they not in many cases simply the fruit of imagination impregnated by the necessity of continuous series?" The conclusion from the rigorous analysis of embryonic processes and their role in evolutionary change is clear: "The discontinuity (of the fossil record) may not be contingent-linked to gaps in the record-, but rather fundamental, which can be attributed the evolutionary mechanics."

What is really disturbing about this more than plausible evolutionary mechanism, however, is that it inevitably implies that the viral sequences which most probably have been involved in the evolution process must have contained *a priori* complex sequences with a biologically consistent expression. Naturally one may think that their current expression may have been acquired "randomly" after their insertion, but certain anatomic facts help to choose one of the two alternatives.

"Mosaic evolution", normally used as an example of gradual change (Fig. 7), is usually explained very vaguely in palaeontology texts. Often used examples are the "mammal-like reptiles" from the Permian and Archaeopteryx (268 and 150 M.y.a., respectively). However, these examples not only give the impression of a gradual change, but also of large-scale reorganisations that involve simultaneously interrelated sets of tissues and organs (for a deeper analysis, see "Lamarck y los Mensajeros" by the present author).

Perhaps the most important information in this sense stems from a much more surprising and controversial evolutionary process. "Adaptive convergence" has been defined from the neo-Darwinian perspective as proof "of the incredible ability of natural selection to collect *good designs*" (1), i.e., incredible similarities produced by random (and individual) mutations that survive and dominate as a result of similar selection pressure. This claim, however, is based more on a firm belief than on scientifically proven facts. How can these random, independent mutations explain the surprisingly close resemblance in the general morphology of species from different sub-classes of mammals that branched in the Early Jurassic (200 M. y.a.) and have evolved separately since then, e.g., marsupials and placentals? Morphologically similar versions of wolves, cats, moles, flying squirrels, anteaters have arisen in Australia (Fig. 8). Is the same morphology necessary to move across the ground and feed? Is it imposed directly by habitat, which on the other hand is not absolutely identical on every continent? Why could the randomly produced organisational plan not have led to the existence of a chickephant, for example?

The present or past existence of complex genetic sequences that led to these "general designs" may seem mysterious, but on clear reflection, it would be even more fantastic if they had been reached via processes that are accepted as logical by the conventional evolution theory. Whatever the case, for orientation purposes we may recall a mammalian order in the early Palaeocene (66 M.y.a.), the Creodonts, which left no "direct" descendants, i.e., they bear no relation to their present counterparts although their remains prove that their anatomies "resembled" ferrets, cats, wolverines or dogs. Similar phenomena have also been observed in insects and plants.

Taken together, these arguments probably cannot even establish the plausibility of this process, so we shall make a final effort using the arisal of the eye, an incredibly complex and efficient structure with simultaneous essential neuronal complements, which has been the subject of fierce debate. Some sequences even belong to retroelements involved in the formation and function of the crystalline lens (18). The existence and structural similarity of the eye in many phylogenetically distinct lines has obliged acceptance of the surprising idea that because it is an efficient model, it may have arisen several times in the (fantastic) random process of evolution. Pausing for thought along the rationalist method, this multiple development would be statistically equivalent to the probability of a gorilla (or in its absence an action movie star) bashing away at random at a typewriter and producing Don Quixote several times over. In spite of the range of "environment pressures", however, it is surprising to see the close resemblance of, for example, vertebrate and octopus eyes.

All of these data lead us to propose an alternative concept or model which Darwin himself would probably have accepted as a clarification of his doubts. It is an old model that shares the concepts of Cuvier and Lamarck who, incidentally, can be found at the deepest roots of Darwin's work.

In effect, "intermediate stages" cannot be seen in the fossil record, nor even in living species, because they probably never existed. We have also seen that the inheritance of acquired genetic characteristics is possible, and even the horizontal transmission of these genetic sequences amongst species in different phyla is possible (19).

Furthermore, we would also accept the evidence of data that shed light on an old debate: whether selection equals (or implies) *adaptation* but not *evolution*. The truth is in fact completely the opposite. Moreover, even if one accepts the "non-creative" but conservationist role of natural selection, it is still impossible to adduce a fundamental role to all-powerful chance, in the light of two striking facts that have been disputed since the onset of the Darwinian theory: the response of organisms to natural selection and the perfect adaptations to the environmental conditions (in many cases so sophisticated that Darwinian biologists tend to use Lamarckian expressions, "The branchii grow longer or increase their area *in order to* extract oxygen more efficiently in deep water", etc.). The complexity of processes involving many adaptations makes their appearance extremely difficult to justify as a random action of small *individual* mutations and their subsequent slow expansion through the population by means of mechanisms proposed in population genetics.

There are, however, mechanisms that seem to justify "mutations" as a response to the environment, making these two phenomena more reasonable.

Recently (20) non-pathogenic viruses have been found to undergo multiple mutations that render them virulent as a consequence of dietary deficiency in the host. The Cocksackievirus is a family of two types- A and B. Their infection of humans induces pathologies in only 10% of cases, some of which have been well documented experimentally. In mice, for example, the CVB3 and CBV4 viruses produce inflammations of the myocardia and pancreas respectively.

When mice were inoculated with a non-viral strain of Cocksackievirus 3 (CV3/O), a selenium-deficient diet was found to produce a single, extremely virulent type of CVA3 in different mice 10 days after inoculation. Their genomes revealed that they had undergone 6 nucleotide changes at the same 6 positions. Studies of different nucleotide changes in the CVB3 genome confirm that there is a small number of changes linked to this virulent trait, i.e., not just any change will do.

The paper interprets this obvious response to environmental stress through several independent mutations (reminiscent of what we have seen in bacteria) in a way that is driven by the *obligation*

(perhaps unwitting) to not transgress the orthodox interpretation, i.e., the paradigm. It claims that there were multiple random mutations and what was found in the different mice was the result of selection that had led the different viruses to precisely the same mutations.

This interpretation is hard to defend. It is a further example of the way that scientists "tend to see what they have been trained to see, and cease to see what they *know* should not be there" (Kuhn). Subjecting the data to the paradigm of competition as the driving force of change impedes one's view of the obvious, and leads to interpretations that are at times so complicated that they verge on the miraculous in explaining much simpler phenomena (albeit no less mysterious to our mental schemes- Fig. 9).

The aggressive vision of nature criticised by Imanishi sometimes turns scientific language into something reminiscent of military terminology. We are at war against the virus, at war against bacteria, against insects... But perhaps, as has often been the case in human history, we have provoked them beforehand. The difference is that in this case, there might be no winners.

However, by distancing ourselves from this viewpoint, well-reasoned explanations can be found to the evolutionary predicaments arising from such strained and often contradictory interpretations.

Viral integration provides a mechanism to explain the saltationist phenomena (obvious in the fossil record), speciation and even rapid response to the environment. Evidence of post-adaptive mutations in virus (also seen in bacteria and yeast) and the ability of the virus to integrate and then leave the genomes of living beings, explains horizontal transmission between different species, and even between different phyla.

The latest discoveries of these surprising phenomena suggest that the whole concept of nature may have to be reworked. It is not a matter of starting over again (the methodology and specialisation have amply proven their efficiency), but rather changing the way of interpreting the information which, as we have seen, lead to different answers. And these answers in turn make us ask new questions:

Might this response by the virus to environment stress explain the existence of sources of "emerging viruses" in populations subjected by the economic system to harsh misery and famine? When humanity lived in harmony with nature, we must have lived in a reasonable balance with micro-organisms (which does not mean that we were free of illness), and the permanent famine we see now at different points of the planet were then only sporadic events.

Are "scientific" manipulation such as the production of vaccines using ape blood, or xerotransplants (using the tissue of other animals) perhaps feeding specific viral sequences into humans from animals that might have terrible repercussions?

Are treatments using broad spectrum antiretroviruses on AIDS (or simply seropositive) patients damaging retroviral sequences that normally work in different organs, accelerating their death?

And finally, might "oncogenes" not simply be sequences of a viral origin, whose purpose is to work during embryonic growth to produce the cellular differentiation and proliferation of a specific tissue (an interesting clue is the extreme cellular specificity of the virus)? Might tumour proliferation be "simply" an activity of these sequences at an unfortunate moment, either due to environmental factors, of renowned influence in viral activation such as radiation, foreign chemical substances or dietary habits or deficiencies?(21).

The answer to these questions (and their practical consequences) does not imply that the "Paradigm" needs to be questioned, but it does highlight the need for a change of attitude in scientific and philosophical vision of natural phenomena. There may well be a great deal of truth in the harmonious concept proposed by Imanishi: the ideas of concerted change and maturing (Lamarck's trend towards complexity). This also indicates that a process may be underway that is still beyond the scope of our scientific and technical ability which are, in fact, a result of our way of thinking. Because what is definitely beyond doubt is the enormous danger (especially for humanity) of senseless attempts to manipulate biological processes which we really do not understand.

We do *not* dominate or control nature, although we are convinced that we do. We can only attack it, and we cannot predict its response, the way it will regain its balance. Unfortunately, this is

not a metaphor but a fact that "ignorant natives" the world over have discovered and suffered: our science, our culture with its reductionist and mercantile attitude has focused too much on studying trees and the profit that can be made from them, which is precisely what has prevented us from discovering the beauty and harmony of the forest.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Dawkins, R. 1986. "The blind watchmaker". Longmans. London.
2. Elredge, N. & Gould, S.J. 1972. "Models in Paleobiology". T.J.M. Schopf (ed.) W.M. Freeman.
3. Dawkins, R. 1975. "The selfish gene". Oxford University Press.
4. Charlesworth, B.; Sniegowski, P. & Stpan, W. 1994. "The evolutionary dynamics of repetitive DNA in eukaryots". *Nature*. Vol. 371, 215-220.
5. Chouard, T. & Yaniv, M. 1994. "El control de la expresión de los genes". *Mundo Científico*. Vol. 4. N° 149.
6. Gesteland, R.F. & Atkins, J.F. 1993. "The RNA World". Cold Spring Harbor Laboratory Press.
7. Margulis, L. & Sagan, D. 1985. "El origen de las células eucariotas". *Mundo Científico*. Vol. 5. N° 46.
8. Rennie, J. 1993. "Los nuevos giros del ADN". *Investigación y Ciencia*. N° 200.
9. Robins, D. & Samuelson, L. 1993. En "Transposable Elements and Evolution". McDonald, J. (ed). Kluwer.
10. Kim, J.; Yu, C.; Bailey, A.; Hardison, R. & Shen, C. 1989. *Nucleic Acid Res.* 17, 5687-5701.
11. Marende, C. & Johnson, L. 1990. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. 87, 2531-2535.
12. Dnig, D. & Lipshitz, H.D. 1994. "Spatially regulated expression of retrovirus-like transposons during *Drosophila melanogaster* embryogenesis". *Genetical Research*. 64: 3.
13. Mc.Donald, J. & Cuticchiaba, J. 1993. En "Transposable Elements and Evolution". McDonald, J. (ed). Kluwer.
14. Lyden, T.W.; Johnson, P.M.; Mwenda, J.M.; Rote, N.S. 1995. "Expresion of endogenous HIV-1 crossreactive antigens within normal extravillous trophoblast cells". *Journal of Reproductive Immunology*, 28, 3.
15. Dombroski, B.A.; Mathias, S.L.; Nanthakumar, E.J.; Scott, A.F. & Kazazian, M.M.Jr. 1991. "Isolation of the L1 gene responsible for a retrotransposition event in man". *Am. J. Hum. Genet.* 49, 403.
16. Tristem, M.; Myles, T. & Hill, T. 1995. "A highly divergent retroviral secuencia in the tuatara (*Sphenodon*)". *Virology*, 210: 1.
17. Devillers, Ch.; Charline, J. & Laurin, B. 1990. "En defensa de una embriología evolutiva". *Mundo Científico*, vol. 10, n° 105.
18. Brosius, J. & Gould, S.J. 1992. "On 'genomenclature': a comprehensive (and respectful) taxonomy for pseudogenes and other 'junk DNA'". *Proc. Nat. Acad. Sci.* 89: 10706-10710.
19. García, J.; Bayascas, J.R.; Marfany, G.; Muñoz, A.; Casali, A.; Baguna, J. & Salo, E. 1995. "High copy number of highly similar mariner-like transposons in planarian (*Platyhelminthe*): evidence for a trans-phyla horizontal transfer". *Molecular Biology and Evolution*, 12: 3.
20. Gauntt, Ch. & Tracy, S. 1995. "Deficient diet evokes nasty heart virus". *Nature Medicine*. Vol. 1. N° 5.
21. Seifarth, W.; Sklandy, M.; Kriegschneider, F.; Reichert, A.; Mehlmann, R. & Leibmosch, C. 1995. "Retrovirus-like particles released from the human breast cancer line T47-D display tipe B- and C- related endogenous retroviral secuencias". *Journal of Virology*. 69: 10.

#### Box 1:

The selfish gene hypothesis or theory can be regarded as the philosophical culmination of liberal economic Darwinism taken to a mechanistic, reductionist extreme.

At present it is widely accepted by many biologists, especially geneticists and biochemists, who regard it as a good model to explain the variability of genetic sequences in different animal and plant genomes.

The theory claims that the real unit of evolution is neither the species nor the individual, but the individual gene or DNA segment which is virtually eternal once it has gained "supremacy" amongst populations. Organisms are only a vehicle, a survival machine for the genes.

According to Dawkins, all animal behaviour is guided by the following principle: "For every survival machine, every other survival machine is *an obstacle to overcome or a resource to be exploited*".

Criticism of this warped vision of nature includes the fact that this theory has become part of the British neo-Nazi party ideology. But it is not necessary to seek out radical ideological connotations. The theory is actually the basic idea underlying the business and social relations of our "free market economy".

#### Box 2

In the 1940's, the German geneticist R. Goldshmidt was the first scientist to propose a genetic explanation for the saltationist phenomena found in the fossil record. He found that ordinary and isolated mutations in *Drosophila* were too small to be extrapolated to macroevolution. There had to be "macromutations", i.e., mutations with an instantaneous effect that had a great influence on the viability of the individuals. The reaction by "orthodox" scientists was cruel. They claimed that the results of these "macromutations", which they sarcastically called "monsters with a future" or "hopeless monsters" would have no partners to mate with, and would thus have no place in evolution.

Nevertheless, viral integration not only makes "macromutations" feasible, but also the simultaneous appearance of a considerable number of "monsters with a future".

#### Figure legends

##### Figure 1

The comparison of basic components in today's major taxa (DNA, RNA, cellular proteins and even hormones") provides increasing support for the existence of these gaps in the fossil record. The phylogenetic relationships deduced from them are "lateral kinship", not descent.

##### Figure 2

"Industrial melanism" of the peppered moth is a classic example of direct observation of natural selection, and is commonly used in texts on evolution. When light-barked birch trees and building facades in England were darkened by industrial pollution at the start of the century, the dark moths became more abundant than the pale forms because predatory birds found them harder to see. When the pollution was reduced, the pale varieties became predominant again, i.e., only the proportions of each colour changed.

##### Figure 3

The presence of "living fossils" is usually attributed to the stability of the marine habitat, but this stability cannot explain the sudden disappearances and transformations that are seen in both the marine and terrestrial environment.

##### Figure 4

Research is bringing to light a growing number of bacteria which enter another and actively participate in their life cycle. The truly astonishing aspect is that this cannot be described as a case of phagocytosis or parasitism. It is real symbiosis which is transmitted by inheritance in many cases, i.e., the symbiotic association is maintained during reproduction.

##### Figure 5

The usual explanation for the origin of the virus is a fragmentation of genetic material, which "somehow" escaped from the original cell. This explanation might be comforting to a mechanistic mind, but neither its strange properties nor its appearance are so. The illustration shows a T-type phage. The electron microscope photograph shows a l -type phage "landing" on a bacteria. While those who have studied biology are familiar with the image and know (?) its origin, the traditionalists try to convince their "profane" audience that it is "merely" a piece of DNA that "escaped" from a cell.



## Figure 6

The biological cycle of the virus, first seen in bacteria and then in eukaryotic cells, has two alternatives: in the lytic phase (A), the virus injects a DNA or RNA molecule which takes on a circular form and replicates by a rotation that generates a long DNA chain with several copies of viral genes. Each copy controls the synthesis and assembly of the proteins in the virus capsule using cellular material. In an hour, the host cell lyses (self-destructs), freeing some 100 viruses which can infect others. In other cases, depending on currently poorly known conditions, the lysogenic phase (B) arises. The viral DNA enters a point of the cellular DNA (specific to each virus) where it codifies its own genetic information and replicated in each cell division. Under these conditions, the latent virus ("provirus") can be maintained indefinitely, although it sustains its ability to produce a lytic cycle, multiplying itself anew. This process can be induced experimentally by exposing the cell to UV or X rays, or chemical compounds.

Once the cell is infected, the RNA or retro-viruses are transcribed to DNA by means of an enzyme: reverse transcription.

While the DNA has an extremely stable behaviour (it can reproduce more than 100 million times without a single nucleotide error in its chains), RNA viruses change (mutate) some 100,000 times faster than DNA viruses. The basic cause is that reverse transcription "does not know how to correct" the errors in the copy, and hence often feed "imprecise" nucleotides into the transcribed DNA. Considering the extreme stability of the DNA (heightened in the cell by the extraordinary mechanism of enzima.

## UNA NUEVA BIOLOGÍA PARA UNA NUEVA SOCIEDAD

Máximo Sandín. Depto. Biología. Fac. Biología. U. A. M.

*POLÍTICA Y SOCIEDAD*

Vol 39, Nº 3, 2002

### **INTRODUCCIÓN**

En Junio de 1999 tuvo lugar en Budapest la “Conferencia Mundial sobre la Ciencia”, organizada conjuntamente por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia. Los participantes, en un número próximo a los 2000, elaboraron un manifiesto, impregnado de inquietud, con el título “*Declaración sobre la Ciencia y la utilización del Conocimiento Científico*”, que en su Punto 20 afirma: *Que ciertas aplicaciones de la Ciencia pueden ser perjudiciales para las personas, así como para la sociedad, el medio ambiente y la salud humana, y que pueden incluso amenazar la supervivencia de la especie humana...* Y en el 21: *Que constituye **una responsabilidad específica de los científicos** prevenir aquellas aplicaciones de la Ciencia que resulten contrarias a la ética o que tengan consecuencias indeseadas.* Mi intención aquí, es dar cumplimiento a este mandato.

Con la utilización, en la década de los 70, de la técnica del ADN recombinante, nació lo que hoy se conoce como “ingeniería genética” (denominación que discutiremos más adelante). Un nacimiento rodeado de controversias e inquietud... Veamos por qué: La técnica del ADN recombinante consiste en la utilización de enzimas obtenidas de bacterias que son capaces de cortar en trozos el ADN por sitios que tienen tendencia a unirse de nuevo (es decir, no se trata de una invención, porque es la manipulación de un fenómeno existente (que se produce) en la Naturaleza). El uso de estas enzimas hace posible insertar, con mayor o menor precisión, trozos de ADN ajenos en el de virus, plásmidos o elementos genéticos móviles, todos los cuales tienen, en la Naturaleza, las capacidades de, o bien infectar las células y multiplicarse dentro de ellas, o de insertarse en sus cromosomas y replicarse junto con la célula receptora. Son lo que se conoce como “vectores”, que permiten, por ejemplo, transferir “genes” de una especie a otra con la que no se cruza naturalmente.

Pero fueron los propios científicos involucrados en estas prácticas los que se alarmaron ante sus posibles implicaciones. Comprendieron que existía la posibilidad de que un error, o incluso una acción deliberada, condujese a la aparición de nuevos virus y bacterias patógenos, dada la plasticidad y capacidad natural de recombinación de su material genético. En 1974, los investigadores pioneros en este campo acordaron aplazar voluntariamente varios tipos de experimentos que podían resultar arriesgados. En aquellas fechas, los conocimientos sobre Genética molecular eran incipientes, pero ya se tenía conciencia de que los microorganismos utilizados como “hospedador” del ADN recombinante podían convertirse en patógenos incontrolables. Los debates científicos sobre estos riesgos congregaron a los máximos expertos en la materia. Erwin Chargaff, pionero en las investigaciones que condujeron al desciframiento del código genético, afirmó: *Mi generación, o quizás la que me precede, ha sido la primera que ha librado, bajo el liderazgo de las*

*ciencias exactas, una batalla destructiva y colonial contra la Naturaleza. El futuro nos maldecirá por ello* (Grobstein, 77). Cuando se pronunciaba esta sentencia, que lleva camino de convertirse en premonitoria, la actividad científica todavía estaba concebida como una profundización en los conocimientos, cuyos avances debían ser compartidos por toda la comunidad científica y sus posibles aplicaciones prácticas por toda la Humanidad. Pero en los Estados Unidos ya se palpaba la inquietud por la posibilidad de que las prácticas de manipulación genética escaparan del control científico y social: *Ha ido ganando terreno la idea de que es necesario dar inmediatamente una base legal a la regulación que se encuentra en las normas de los Institutos Nacionales de Salud. En particular, la regulación debe extenderse a las actividades no financiadas por organismos no federales, especialmente en el sector industrial.* También eran contempladas con inquietud las posibles desviaciones de los científicos de la ética científica: *Para estar sobre aviso desde el principio, es de especial importancia un sistema de control eficaz que siga las direcciones reales de la investigación del ADN recombinante. /.../ Es esencial que se sigan de manera sistemática los caminos que toman los intereses de los investigadores, desde los programas de ayudas económicas y las comunicaciones hasta la publicación del trabajo.* Finalmente, una conferencia celebrada en Asilomar, California, en la que se discutió sobre los riesgos potenciales de la técnica del ADN recombinante, finalizó con la Declaración de Asilomar, en la que se proponía una moratoria en estas prácticas hasta que se estableciese una regulación.

Como hemos podido comprobar, las inquietudes de los científicos de los 70 estaban plenamente justificadas. En la actualidad, las prácticas de manipulación genética han pasado, en su mayor parte, a estar dirigidas por los intereses de las empresas privadas. La irrupción del “Mercado” en la Ciencia ha transformado la concepción de la investigación hasta convertirla en una actividad comercial. Las perspectivas de rentabilización de los descubrimientos genéticos ha llevado a que muchos genetistas moleculares se hayan convertido en dueños de sus propias compañías de biotecnología, colaboren o dependan de la financiación de grandes empresas. Esta actitud es entusiastamente justificada por los medios de comunicación: *Algunos de los investigadores más brillantes, al menos en los Estados Unidos, parecen haberse hartado de que la mina de oro de sus ideas acabe siendo explotada comercialmente por otros y han decidido constituir sus propias empresas* (El País, 9-4-2000). La “economía de libre mercado” y la Biología se han encontrado, y el resultado es que esta última parece haber olvidado su condición de Ciencia como búsqueda del conocimiento para convertirse en una supuesta tecnología (dado el insuficiente conocimiento y control de los fenómenos que manipula), al servicio de la industria y el comercio, y un factor más a incluir en las oscilaciones de la Bolsa (fenómeno del que las multinacionales de la biotecnología son el máximo exponente). La consecuencia de esta degradación del espíritu científico es la confluencia en un sendero por el que biotecnología y economía caminan alegremente hacia un callejón sin salida, añadiendo a la creciente degradación ambiental, a la extensión de la pobreza y al agotamiento de recursos, la progresión, aparentemente imparable, de los peligros derivados de la irresponsable manipulación genética de los seres vivos. Sin embargo, esta confluencia no resulta sorprendente, porque desde el 24 de Noviembre de 1859, la Biología y la Economía han estado estrechamente unidas. Tan estrechamente unidas que sus conceptos centrales y su terminología son prácticamente indistinguibles.

## **1.- EVOLUCIÓN, IGUAL A DARWINISMO**

*Va para siglo y medio que Charles Darwin postulara el origen de todas las especies actuales a partir de otro elenco menor, surgido a su vez de otro mas exiguo y así hasta el amanecer de la vida.*

Este es uno de los más típicos (y tópicos) comienzos de cualquier texto científico sobre la evolución biológica. En este caso, se trata de un artículo de uno de los más prestigiosos expertos mundiales en el estudio del origen de la vida: William Ford Doolittle. Sorprendentemente, en dicho artículo ("*Nuevo árbol de la vida*", Investigación y Ciencia, 2000), una de sus conclusiones es que: *La explicación razonable de resultados tan contradictorios hay que buscarla en el proceso de la evolución, que no es lineal ni tan parecida a la estructura dendriforme que Darwin imaginó.* Es más, toda la información expuesta en el citado artículo (sobre el que volveremos más adelante) es abiertamente contradictoria con la visión darwinista de la evolución gradual de los organismos mediante cambios aleatorios. El origen de las células eucariotas que constituyen los organismos animales y vegetales, tuvo lugar hace, al menos, mil millones de años, mediante la agregación de diferentes tipos de bacterias que, actualmente, constituyen el núcleo y los orgánulos celulares, cuyas secuencias génicas, extremadamente conservadas, se pueden identificar actualmente. Es decir, uno de los hechos fundamentales de la evolución de la vida (el origen de nuestros componentes) se produjo por "integración", por asociación de elementos que ya manifestaban una gran complejidad biológica, y que se han conservado hasta la actualidad. Sólo este hecho, definitivamente contrastado, tira por tierra la visión de la evolución de la vida como un fenómeno de cambio gradual, en el que las "mutaciones" aleatorias serían fijadas o eliminadas por la selección natural: en primer lugar, porque este cambio de tan gran trascendencia no fue gradual, y en segundo lugar, porque si las mutaciones fueran aleatorias el ADN de nuestras células tendría muy poco que ver con el bacteriano después de más de mil millones de años de evolución.

William Ford Doolittle finaliza su magnífico artículo rebatiendo la idea darwinista de un "árbol de la vida" con un único antecesor, y concluye: *Los datos demuestran que este modelo es demasiado simple. Ahora se necesitan nuevas hipótesis cuyas implicaciones finales ni tan siquiera atisbamos.* Es decir, reconoce que el modelo evolutivo darwinista es "demasiado simple" para explicar estos hechos. Sin embargo, no puede evitar, de nuevo, la referencia, al parecer, de obligado cumplimiento, al "descubridor" de la evolución: *Creen algunos biólogos que por este camino sólo podemos llegar a la confusión y al desánimo. Como si nos confesáramos incapaces de tomar el testigo de Darwin y recrear la estructura del árbol de la vida.*

Pero, éste puede que sea el verdadero problema responsable del desánimo: "el testigo de Darwin". La sistemática identificación del hecho de la evolución, con la teoría darwinista, incluso cuando los datos y las conclusiones derivadas de ellos son totalmente contradictorios con ella, es el resultado de la asunción de que la evolución biológica fue un "descubrimiento" de Darwin y, en consecuencia, muchos científicos están honestamente convencidos (no tendrían por qué mencionarlo si no fuera así) de que cuando se habla de evolución se habla de darwinismo. A este fenómeno no tendría por que concedérsele mayor importancia (¿qué importa quien fue el primero?), si no fuese porque, incluso cuando los conocimientos que se van acumulando desbordan totalmente la capacidad explicativa del darwinismo, los conceptos, los argumentos e incluso los mismos términos científicos que se utilizan para intentar explicar los fenómenos biológicos están cargados de significados procedentes de la visión darwinista de la evolución, de "cómo ha tenido que ser", lo cual conduce, necesariamente, a cualquier investigador que, honradamente, intente comprender estos fenómenos dentro de esta visión, a "*la confusión y al desánimo*". Y éste es sólo uno de los muchos ejemplos del estado de desconcierto en que está sumida la Biología (ver Sandín, 2002). Su base teórica se tambalea, precisamente en una época en la que las esperanzas (y la confianza) en sus aplicaciones prácticas se han extendido al ámbito social, lo cual resulta, cuando menos, alarmante.

Sin embargo, parece que va a resultar difícil un cambio de perspectiva, especialmente porque la concepción darwinista de la vida va más allá de una teoría o hipótesis científica, porque forma parte de toda una visión de la Naturaleza y de la sociedad con unas profundas raíces culturales en el mundo anglosajón, claramente hegemónico, en la actualidad, en el campo científico y económico. Y los libros de texto que los biólogos utilizamos para nuestra formación, las revistas científicas en que publicamos nuestros trabajos, (si queremos que sean valorados), e incluso el "lenguaje científico", son de origen anglosajón, lo cual conlleva no sólo una forma determinada de

describir, de interpretar, “su” realidad (mediante un vocabulario concreto), sino también un bagaje histórico que ha conformado esa visión de la realidad. Y una típica narración “objetiva” del origen de la base teórica de la Biología es la cita que encabeza este apartado y que se ha convertido en un hecho “histórico” comúnmente admitido, no sólo en las facultades de Biología, sino en la sociedad en general: “La evolución” fue un descubrimiento de Charles Darwin.

Nada es menos cierto. El hecho de la evolución biológica estaba firmemente establecido y ampliamente debatido en el ámbito científico desde finales del siglo XVIII hasta mediados del siglo XIX, con un importante núcleo en la Academia de las Ciencias de París. Desde Buffon con su “*Historia Natural*” (1749-89), en la que plantea sus teorías “transformistas”, con sus conceptos de progreso y encadenamiento de los seres vivos, hasta Frédéric Gérard con su “*Theorie de l’évolution des formes organiques*”, publicada en el *Diccionario Universal de Historia Natural* (París, 1841-49), pasando por Cuvier y su “*Recherches sur les ossements fósiles de cuadrúpedes*” (1812) o Geoffroy Saint-Hilaire con el “*Cours de l’Histoire Naturelle des Mammifères*” (1829), se estaban planteando y debatiendo hipótesis científicas, muchas de las cuales (naturalmente, limitadas por los conocimientos y la capacidad experimental de la época) se están viendo apoyadas por los datos más recientes. Los “planes de organización” de Geoffroy Saint-Hilaire, arquetipos compartidos por grupos animales alejados filogenéticamente, o sus “teratologías”, cambios morfológicos bruscos que se han de producir durante el desarrollo embrionario; los cataclismos y bruscas apariciones de nuevas morfologías de Cuvier, o la distinción entre procesos microevolutivos (en realidad, demográficos) y la macroevolución (los cambios de organización morfológica) de Gérard, habían planteado, en el ámbito académico, las bases de una visión realmente científica de la evolución. Incluso, desde 1850 se convocaban concursos sobre estudios paleontológicos: en 1856, la Academia de las Ciencias de París otorgó el premio al paleontólogo alemán Henrich-Georg Bronn por su informe “*Investigaciones sobre las leyes de la evolución del mundo orgánico durante la formación de la corteza terrestre*”, (Galera, 2002).

Posiblemente, se haya echado de menos al científico más denigrado e incluso ridiculizado de la Historia, pero su ausencia de esta relación es debida a que merece, a modo de “rehabilitación”, una mención especial. La innecesaria ferocidad con que Lamarck es atacado en los tratados darwinistas parece esconder algo más que una crítica científica. Para sus, ciertamente escasos, admiradores nos resulta menos doloroso leer en los libros de texto el tópico ejemplo de la evolución del cuello de la jirafa con el que se suelen liquidar sus aportaciones a la Biología, que las reseñas “históricas” que, a veces, se pueden encontrar en los textos “oficiales”. He aquí un ejemplo (Harris, 1985): *Lamarck fue el último de once hermanos hijos de un miembro de la baja nobleza un tanto venido a menos... A los once años fue a París a un seminario jesuita, pero a la muerte de su padre, en 1758, se alistó inmediatamente en la Guerra de los Siete Años. Se distinguió por negarse a retirarse, una vez muertos todos los oficiales superiores de su compañía. (Este fue el primer caso en que Lamarck se negaría a darse por vencido, defendiendo una posición indefendible). Abandonada la milicia y tras comenzar estudios de medicina, su interés derivó a la Naturaleza... Lamarck se contagió de la manía francesa por la historia natural. Dedicó cada vez más tiempo a la botánica, a menudo en compañía de Rousseau. En 1778 publicó *flore Française* (sic), **una clave popular** (el subrayado es mío) para la identificación de flores francesas (se refiere a las Claves Dicotómicas, sobre las que volveremos). Buffon, satisfecho por el rechazo de Lamarck hacia el sistema linneano, utilizaba sus influencias cerca de Luis XVI para obtener puestos prestigiosos, aunque de bajo sueldo, para Lamarck. En sus ratos libres, Lamarck adquirió seis hijos y una esposa (en ese orden). Mas adelante tuvo dos hijos más y otras dos o tres esposas. Con la Revolución, el “*Jardin du Roi*” fue reorganizado bajo el control del Museo de Historia Natural. El ciudadano Lamarck fue nombrado “profesor de insectos y lombrices” en el Museo. El título “lombrices” – el comodín linneano para los “animales blandos y húmedos” – indica la poca estima de la que disfrutaban esos animales y Lamarck.*

En cuanto a sus aportaciones científicas, la descripción no es mucho más elogiosa: *A partir de 1790 Lamarck comenzó a ponerse cada vez más pesado con sus grandes ideas de unificar toda*

la ciencia bajo una **filosofía general** basada en unas pocas leyes. Entre las graciosas ideas de Lamarck estaba **su** aceptación de los cuatro elementos clásicos (el subrayado es mío) y el rechazo a la química de Lavoisier. / ... / El evolucionismo de Lamarck descrito en *Philosophie Zoologique* (1809) no tuvo mejor recepción que sus demás teorías. Cuando Lamarck presentó al emperador Napoleón una copia del libro, se vio reducido al llanto por la insultante reticencia de Napoleón a aceptar lo que creía un trabajo sobre meteorología. Lamarck siguió publicando docenas de artículos hasta 1820, pero pasó los últimos once años de su vida ciego y en la indigencia. Fue enterrado en una fosa común y sus huesos fueron exhumados cinco años más tarde para hacer sitio para otros.

El encono, que lleva incluso a seguir el rastro de sus pobres huesos, no produce la impresión de que se pretenda transmitir la admiración (o, cuando menos, la comprensión) que, por los precursores, suelen expresar los historiadores de otras disciplinas. Sin embargo, es posible encontrar, fuera del ámbito “oficial” (se podría expresar más concretamente: anglosajón), otro tipo de narración: En cuanto a la “clave popular” que menciona Harris, *En 1778, en un corto espacio de tiempo, culminó su “Flore française”, que entusiasmó a Buffon y conquistó el honor de ser impresa por la “Imprimerie Royale”. En dicha obra, que le abrió las puertas de la Academia de Ciencias, realizó su primera aportación destacada, de las muchas que haría, al desarrollo de las ciencias naturales: el método dicotómico* (Casinos, 1986). A lo que se refiere Adriá Casinos en el prólogo a la edición facsímil de *Filosofía Zoológica*, es a las claves dicotómicas que actualmente se utilizan en Botánica para la identificación de plantas (y, también en el campo de la Zoología). Su nombramiento como “profesor de lombrices” tiene, también, otra narración: *Cuando la Convención lleva a cabo la reorganización del “Jardin des Plantes”, a propuesta del propio Lamarck, transformándolo en el “Museum d’Histoire Naturelle”, se convierte oficialmente en zoólogo. En efecto, el 10 de Junio de 1793 el gobierno republicano crea doce cátedras, para las que son nombrados / ... / E. Geoffroy Saint-Hilaire (Animales superiores), A. L. de Jussieu (Botánica, herborización), Lamarck (Animales inferiores) / ... / El “Muséum” no es sino un eslabón más de la profunda renovación de la enseñanza superior que el poder revolucionario lleva a cabo, sobre todo como alternativa a la decrepita y obsoleta Sorbona, la misma que había intentado prohibir la Historia Natural de Buffon.*

A lo largo de su actividad investigadora y docente sus aportaciones a las Ciencias Naturales fueron realmente notables (incluso fundamentales). En 1794, en su “Discurso de apertura” del curso académico, introdujo el término “invertebrado” (hasta entonces se utilizaba la “presencia o ausencia” de sangre), en 1794 publica sus “Investigaciones sobre las causas de los principales hechos físicos” (En Física, sus aportaciones no fueron brillantes). Entre 1799 y 1810, once volúmenes de “Anuarios Meteorológicos”. En 1801, “Sistema de los animales sin vértebras”, en el que plantea por primera vez sus ideas evolutivas. Entre 1802 y 1806 publica “Memorias sobre los fósiles de los alrededores de París”... Su capacidad de trabajo y su anticipación a su tiempo eran realmente excepcionales. Aportó el concepto de “organización” de los seres vivos, la clara división del mundo orgánico del inorgánico, realizó una revolucionaria clasificación de los animales de acuerdo a su complejidad y fue el fundador de una nueva Ciencia: La Biología. Con la publicación, en 1802, de “Hidrogeología” introduce una definición general, articuladora de los conocimientos existentes de los seres vivos, para convertirla en disciplina científica bajo dicha denominación.

En lo que respecta a su “pesadez” en la búsqueda de una “filosofía general” mencionada por Harris, quizás no esté de más recordar que el término “filosofía” se aplicaba, en los siglos XVIII y XIX, en el sentido de “teoría”, y Lamarck tenía muy clara una idea que, al parecer, no es contemplada en la actualidad por muchos de los más prestigiosos especialistas de la moderna Biología: para cualquier disciplina científica es imprescindible una base teórica unificadora que la dote de coherencia y permita entender los fenómenos estudiados: *Nadie ignora que toda ciencia debe tener su filosofía, y que sólo por este camino puede hacer progresos reales. En vano consumirán los naturalistas todo su tiempo en describir nuevas especies / ... / porque si la filosofía es olvidada, sus progresos resultarán sin realidad y la obra entera quedará imperfecta.* (pag. 48).

Su *Filosofía Zoológica*, el primer tratado científico completo dedicado a la evolución, está escrito en el típico estilo decimonónico (mas bien dieciochesco) de los textos académicos de la época, con sus interpretaciones condicionadas por los conocimientos y creencias de la época, pero introduce ideas y conceptos sorprendentemente modernos, como el de “organización”, no sólo morfológica o anatómica, sino también referida al *orden general de la Naturaleza* (pag. 88): *La multiplicación de las pequeñas especies de animales es tan considerable, que ellas harían el globo inhabitable para las demás, si la Naturaleza no hubiese opuesto un término a tal multiplicación. Pero como sirven de presa a una multitud de otros animales, y como la duración de su vida es muy limitada, su cantidad se mantiene siempre en justas proporciones para la conservación de sus razas. / ... / y ello conserva a su respecto la especie de equilibrio que debe existir.* Su concepción ecológica de la Naturaleza tiene muy claro el elemento desestabilizador que el Hombre ha introducido en estas relaciones: *Por último, sólo el hombre separadamente de todo lo que es particular a él parece poder multiplicarse indefinidamente, porque su inteligencia y sus medios le colocan al abrigo de ver su expansión limitada por la voracidad de ninguno de los animales. Ejerce sobre ellos una supremacía tal, que es capaz de aniquilar a las razas más grandes y más fuertes de animales, y restringe diariamente el número de individuos.* (pag. 89).

Otro de sus conceptos dignos de resaltar es el de la complejidad intrínseca a las mas elementales formas de vida: *Como las condiciones necesarias para la existencia de la vida se encuentran ya completas en la organización menos compleja, aunque reducida a su mínima expresión se trataba de saber cómo esta organización a causa de cualquier tipo de cambios había llegado a dar lugar a otras menos simples y a organismos gradualmente mas complicados, como se observa en toda la extensión de la escala animal* (pag. 249). Este hecho, todavía no asimilado por los darwinistas ortodoxos, empeñados en el intento de explicar la aparición “por partes” y “al azar” de los complejos componentes de la vida, ha emergido de los modernos enfoques de la Teoría de Sistemas con la denominación de “Sistemas irreductiblemente complejos” *compuestos por varias piezas armónicas e interactuantes que contribuyen a la función básica, en el cual la eliminación de cualquiera de estas piezas impide al sistema funcionar.* (Behe, 2000)

Pero la anticipación, sin duda, más brillante, y por la cual ha recibido los más feroces ataques, fue su concepción de la interacción organismo-ambiente de su proceso de adaptación, que ha pasado a constituir, en los libros de texto el ridículo tópico utilizado para descalificar a Lamarck, como si toda su labor científica se redujera a la afirmación de que “el cuello de las jirafas se alargó como consecuencia de sus esfuerzos por alcanzar las hojas de los árboles”, es decir la evolución morfológica como consecuencia del “uso y el desuso”. Veamos ahora su explicación: *Las circunstancias influyen sobre la forma y la organización de los individuos / ... / Ciertamente, si se me tomasen estas expresiones al pie de la letra, se me atribuiría un error, porque cualesquiera que puedan ser las circunstancias, no operan directamente sobre la forma y sobre la organización de los animales ninguna modificación. Pero grandes cambios en las circunstancias producen en los animales grandes cambios en sus necesidades y tales cambios en ellas las producen necesariamente en las acciones. Luego si las nuevas necesidades llegan a ser constantes o muy durables, los animales adquieren entonces nuevos hábitos, que son tan durables como las necesidades que los han hecho nacer.* (pag. 167). A lo que Lamarck se refería, por tanto, no es a la herencia de las consecuencias directas de la utilización o del fortalecimiento de un órgano o estructura. Una idea bastante simplista que veremos planteada por “otro autor” mas adelante, sino a los efectos, a largo plazo, de las circunstancias ambientales naturales que produzcan una respuesta del organismo (y cortar la cola a cientos de ratones, la supuesta demostración de Weissman de la falsedad del lamarckismo, no sólo no es una influencia ambiental, sino que es una simpleza cruel e inútil). En la actualidad, se ha podido comprobar que esas respuestas al ambiente existen, tanto mediante remodelaciones genéticas llevadas a cabo por “elementos móviles” del genoma (Whitelaw y Martin, 2001), como por procesos mediante los que una misma secuencia génica puede “codificar” distintos mensajes (y no al azar) en función de las circunstancias ambientales (Herbert y Rich, 1999).

En cuanto a la “recompensa” final a sus aportaciones científicas, narrada de una forma tan despiadada como poco fundamentada por Harris, se trata de unos hechos que, aunque por su profunda injusticia puedan resultar indignantes, en el fondo no resultan sorprendentes, por ser un fenómeno muy repetido en la Historia con las personas cuyas ideas no resultan gratas a los poderosos: Lamarck era un entusiasta de la Revolución Francesa, al parecer, debido a la influencia de Rousseau y su

”*Contrato social*”. En su “*Recherches sur les causes des principaux faits physiques*” escribe una dedicatoria muy ilustrativa sobre su pensamiento político: *Al pueblo francés. Acepta pueblo magnánimo / ... / pueblo que has recuperado los derechos sagrados e imprescindibles que has recibido de la naturaleza /... / y por el deseo que yo tengo de compartir tu gloria contribuyendo al menos, según mis débiles facultades, a ser útil a mis semejantes, mis hermanos, mis iguales.* Y el fin de la etapa revolucionaria le pasó factura: *El Imperio y la Restauración borbónica no le serán favorables. El propio Napoleón le recriminará públicamente durante una reunión del Instituto por su obra meteorológica cuando Lamarck intentaba hacerle entrega de su “Filosofía”* (Casinos, 1985). Su caída en desgracia con el poder tuvo consecuencias fatales. Pasó los últimos 10 años de su vida ciego y en la indigencia, cuidado por una de sus hijas a la que dictó, en su mayor parte, uno de sus legados principales: “*Histoire Naturelle des animaux sans vertèbres*”. Murió el 18 de Diciembre de 1829 y, efectivamente, fue enterrado en una fosa común.

En definitiva, el saludable (y, en ocasiones, fructífero) ejercicio que para un profesional de la Biología constituye el abandonar por un tiempo la rutina (o en su caso la competencia) habitual, y bucear en las fuentes originales, puede conducir a tomar conciencia del cúmulo de ocultamientos, deformaciones y falsedades que se ha fraguado en torno al fundador de nuestra disciplina, y nuestro ilustre colega, sólo comparable en cantidad y calidad a las medias verdades, evidentes falsedades y componendas con las que se ha adornado en los textos científicos didácticos y divulgativos a la gran figura histórica de la Biología: el reverendo Charles Robert Darwin. Un fenómeno sin parangón en ninguna otra disciplina científica y que debe de tener algún motivo, porque revela una evidente intencionalidad de ocultar los datos históricos. Así es cómo los estudiantes de Biología hemos recibido nuestra “formación” por parte de nuestros maestros más prestigiosos: *Antes de Darwin, la diversidad de los organismos quedaba sin explicación o se atribuía a los designios del Creador.* (Ayala, “*La Naturaleza inacabada*”, (1987) pag. 6). *Los organismos vivientes han existido sobre la Tierra sin nunca saber porqué, hasta que la verdad, al fin, fuese comprendida por uno de ellos. Por un hombre llamado Charles Darwin* (Dawkins, “*El gen egoísta*”, (1993) pag. 1). La recopilación de glosas al *descubridor de la evolución* (Stratarn, 1999) que figura en los textos que los biólogos utilizamos habitualmente podría ser inacabable. La figura y la trascendencia histórica de Darwin se ha igualado a las de Newton, Shakespeare y Einstein. Su obra cumbre *El origen de las especies* ha sido propuesta como “el libro del milenio” (no parece arriesgado aventurar que los autores de tal propuesta, o bien no han leído el citado libro, o han leído pocos libros).

Lo cierto es que su publicación constituyó lo que se podría considerar el origen de los “Best Seller” de los libros científicos. El día de su publicación, el 24 de Noviembre de 1859, se vendió la primera edición de 1250 ejemplares y una segunda, de 3000 ejemplares, se agotó en una semana. Su éxito social, sin precedentes en obras de éste tipo, no fue acompañado, sin embargo, de una acogida elogiosa (que narraremos mas adelante) por parte de personajes de reconocido prestigio con conocimientos o interés por la evolución. El motivo es comprensible. El libro de Darwin resultaba (y resulta), para cualquiera que tuviese una mínima formación científica, filosófica o, incluso literaria, una obra de gran debilidad argumental, con unas bases conceptuales acientíficas (se podrían calificar de “populares”), y una estructuración errática e inconsistente. Veamos en que se fundamentan estas calificaciones: El primer capítulo, (página 19 de la edición española), comienza con la “*Variación en el estado doméstico*” en el que expone los “*Efectos del hábito del uso o desuso de las partes*”, según el cual: *Así encuentro en el pato doméstico que los huesos del ala pesan menos y los huesos de la pierna más en proporción a todo el esqueleto, que lo que pesaban los*



*mismos huesos en el pato salvaje; y este cambio puede atribuirse, sin riesgo de equivocarse, a que el doméstico vuela mucho menos y anda mucho más que sus salvajes padres* (pag. 23). Es decir, la versión más simplificada y pobre del lamarckismo, de la que, al parecer, era el más firme defensor: *Cuando discute casos especiales pasa M. Mivart en silencio los efectos del uso y el desuso de las partes, que yo siempre he sostenido ser altamente importantes y que he tratado con mayor extensión que ningún otro escritor...* (pag. 237). En su conjunto, la obra puede ser calificada de cualquier cosa menos coherente como tratado científico. Desde la *tendencia a variar de la misma manera* (pag. 239) hasta lo que hoy se conoce como “neutralismo” *modificaciones que no son importantes para el bienestar de la especie ...que se hicieron constantes por la naturaleza del organismo... pero no por la selección natural* (pags. 236-237), hasta narraciones de lo que le contaron (pag. 194): *En la América del Norte ha visto Hearne al oso negro nadando horas enteras con la boca completamente abierta, atrapando así, casi como una ballena los insectos del agua*. Se pueden encontrar, a lo largo del libro, abundantes argumentaciones de consistencia científica semejante, referidas a las orejas caídas del ganado porque se asustan menos (pag. 23), a la situación de los ojos de los peces planos debida a los esfuerzos por mirar hacia arriba (pag. 251)... Pero, para no resultar exhaustivos, nos centraremos en sus conclusiones finales (pags. 556-561), que resumen y “concretan” su mensaje científico. Las implicaciones de su visión de la Naturaleza tienen, en el Hombre, un inevitable resultado final: *Y como la selección natural obra solamente por y para el bien de cada ser, todos los atributos corpóreos y mentales tenderán a progresar hacia la perfección*. (Para una más concreta información sobre lo que significa para él la perfección en los atributos corpóreos y mentales, véase su “Origen del Hombre”) lo que, por otra parte, pone de manifiesto que la, tan denostada por los darwinistas, “tendencia a la perfección” atribuida a Lamarck, y que éste refería a la complejidad, tiene, en realidad, otra paternidad. Pero leamos su resumen final: *Estas leyes, tomadas en un sentido más amplio, son crecimiento con reproducción: variabilidad, resultado de la acción directa e indirecta de las condiciones de vida y del uso y desuso; aumento en una proporción tan alta, que conduce a una lucha por la existencia, y como consecuencia, a la selección natural, la cual trae consigo la divergencia de carácter y la extinción de las formas menos mejoradas*.

Naturalmente, todas estas aportaciones al “esclarecimiento” de la evolución son meticulosamente depuradas en los tratados darwinistas, en los que los “descubrimientos” de Darwin quedan resumidos en los dos conceptos (mas bien axiomas) que hoy constituyen el dogma central de la Biología: el azar como fuente de variación, y la selección natural como motor de cambio. Concretemos, pues, sus bases “científicas”: *He hablado hasta aquí como si las variaciones, tan comunes y multiformes en los seres orgánicos en estado de domesticidad y no tan comunes en los silvestres, fueran debidas a la casualidad. Innecesario es decir que este término es completamente inexacto y que sólo sirve para reconocer paladinamente nuestra ignorancia de la causa de cada variación particular* (pag. 149). Es decir, la variación “al azar”, (dogma y pilar fundamental de la Biología actual) era, en realidad, desconocimiento. Pero el otro pilar no tiene una base mucho mas sólida. El intento de explicar los grandes cambios de organización morfológica y funcional que se han producido a lo largo de la evolución, el “mecanismo” propuesto e incluso el término “selección” eran una simplista extrapolación de las actividades de los ganaderos y criadores de palomas de su país: *Cuando vemos que han ocurrido indudablemente variaciones útiles para el hombre, no podemos creer improbable que ocurran en el curso de muchas generaciones sucesivas, otras variaciones útiles de algún modo a cada ser en la batalla grande y compleja de la vida. Y si ocurren, ¿podemos dudar (recordando que nacen muchos más individuos que los que es posible que vivan) que los individuos que tengan alguna ventaja sobre los demás, por pequeña que sea, tendrán la mejores probabilidades de sobrevivir y reproducir su especie?. Por otra parte, podemos estar seguros de que cualquier variación en el más pequeño grado perjudicial, sería rígidamente destruida. Esta conservación de las variaciones y diferencias individuales favorables, y la destrucción de aquellas que son nocivas, es lo que he llamado “selección natural” o “supervivencia de los más aptos”* (pag. 94). Es decir, las transiciones entre la organización pez y anfibio, (o reptil y ave), serían simplemente, el resultado de un proceso semejante a la actividad de

los ganaderos: la selección forzada, (y aquí sí sería adecuado usar el término “contra Natura”) de animales, en muchos casos, con defectos e incluso patologías que serían inviables en condiciones naturales, como enanismo, obesidad, atrofas,... pero que a pesar de milenios de selección por el Hombre siguen siendo perros, cerdos, gallinas... es decir, la misma especie.

Esta fragilidad conceptual (por calificarla de un modo benévolo) fue rápidamente denunciada por científicos e intelectuales de la época. El zoólogo evolucionista S. G. Mivart puso de manifiesto (entre muchas otras cosas), lo absurdo de la idea de que un proceso así fuera el responsable de la aparición gradual y al azar de nuevas estructuras: *La selección natural es incapaz de explicar las etapas incipientes de las estructuras útiles* (Mivart, 1871). El ingeniero (y, al igual que Darwin, naturalista aficionado) Fleeming Jenkin puso de manifiesto lo poco creíble que resultaba la idea de que en la Naturaleza *una desviación ocasional de la estructura se extendiese, en animales normales, hasta hacerse común a toda la población*. Además hizo notar que, en los animales seleccionados, cuando retornan a la libertad *no solamente no pueden variar indefinidamente, sino que muchos sujetos vuelven a la condición primera*, (Thuillier, 1990). Este evidente fenómeno se encuentra explicado actualmente en los tratados darwinistas bajo la incoherente denominación de “selección estabilizadora”, que, mas propiamente, debería llamarse “selección deseleccionadora”: *La selección estabilizadora es muy común. Con frecuencia, los individuos que sobreviven y se reproducen con más éxito son los que presentan los valores fenotípicos intermedios*. (Ayala, 1999). Porque esto es lo que sucede en la Naturaleza: los individuos que sobreviven no son ni más ni menos “aptos”, son los individuos normales. Para finalizar, nos referiremos a una objeción de una solidez lógica difícilmente discutible, expuesta por el matemático William Hopkins: *La teoría de Señor Darwin no puede explicar nada, ya que es incapaz de asignar una relación necesaria entre los fenómenos (los cambios de organización) y las causas que les atribuye* (la variación dentro de la especie) (Thuillier, 1990).

Cuando se tiene acceso a estas informaciones, resulta absolutamente pasmoso, no ya el éxito que alcanzó Darwin en su época y en su entorno, sino el mantenimiento, incluso el auge de la visión Darwinista de la Naturaleza en la actualidad, a pesar de los descubrimientos sobre la enorme complejidad de los fenómenos biológicos. Sin embargo, un somero estudio de las circunstancias históricas y sociales que rodearon el nacimiento del darwinismo nos puede dar cuenta, no sólo de su éxito inicial, sino del motivo de su auge actual.

## 2.- LA HIPOCRESÍA COMO DOCTRINA CIENTÍFICA

Durante los años finales del siglo XVIII y primeros del XIX, la situación social en las islas británicas estuvo agitada hasta llegar, en ocasiones, al borde de la revolución, que fue evitada mediante una dura represión. Fue la época de la masacre de Peterloo y de “los mártires de Tolpuddle”. Según las narraciones históricas (Stratton, 1999), *el mariscal Wellington permitió a sus soldados disparar contra los trabajadores* (cabe suponer que la orden debió ser: “si les apetece...”). *Gran Bretaña había entrado en la edad moderna arrastrando el bagaje de leyes feudales y costumbres diseñadas por y para los ricos y aristócratas*. (Harris, 1985). Las leyes de cerramiento de fincas, promulgadas en el siglo XVIII, permitieron a los terratenientes vallar sus tierras para utilizarlas como pastos para el ganado, y expulsar a sus renteros, condenándolos a ser mano de obra barata para las *oscuras fábricas satánicas*, y que pasaron a constituir una gran masa de desheredados hacinados en las grandes ciudades industriales. Entonces, comenzaron a surgir “pensadores” que aportaron sus diagnósticos y sus justificaciones de la situación (Ekelund y Herbert, 1995): Para Arthur Young *cualquiera, excepto un imbécil, sabe que las clases inferiores deben mantenerse pobres o nunca serán laboriosos* (“*Eastern Tour*”, 1771). Bernard de Mandeville, dictaminó que a los hijos de los pobres y a los huérfanos no se les debía dar una educación a cargo de los fondos públicos, sino que debían ser puestos a trabajar a una temprana edad, ya que la educación arruinaba *al que merece ser pobre* (“*La Fábula de las abejas*”, 1714).

Mandeville sostenía la máxima calvinista de que *el Hombre está lleno de vicio*, no obstante, era de la opinión de que *los vicios individuales hacen la prosperidad pública*.

Estos antecedentes constituyen el sustrato sobre el que se construyó la “teoría científica” de Adam Smith, el “padre de la economía moderna”. Su idea rectora es que *No es de la benevolencia del carnicero, cervecero o panadero de donde obtendremos nuestra cena, sino de su preocupación por sus propios intereses / ... / que proviene de nuestra propensión a cambiar una cosa por otra*. (“*La Riqueza de las Naciones*”, 1776). Para Adam Smith, es el egoísmo individual lo que conlleva al bien general: *Por regla general, no intenta promover el bienestar público ni sabe cómo está contribuyendo a ello. Prefiriendo apoyar la actividad doméstica en vez de la foránea, sólo busca su propia seguridad, y dirigiendo esa actividad de forma que consiga el mayor valor, sólo busca su propia ganancia, y en este como en otros casos está conducido por una mano invisible que promueve un objetivo que no estaba en sus propósitos*.

La base conceptual de Smith no era, como se puede ver, mucho más amplia y general que la de Darwin. Igual que éste convirtió las actividades de los ganaderos de su entorno en Ley General de la evolución, Adam Smith construyó su teoría a partir de sus observaciones de cómo actuaban sus vecinos y correligionarios. Es decir, un análisis (más bien, una descripción) de su entorno social, tal vez, incluso de la ciudad donde vivía. Porque es evidente que estos planteamientos, sin necesidad de ir mas lejos de su propio país, no serían extrapolables a la economía y a la “libertad de elección” de los trabajadores de “las fábricas satánicas”. De todas formas, da la impresión de que éstos no parecen estar incluidos en su modelo “científico” ( salvo, tal vez, como recursos naturales), porque, según él: *Los trabajadores y otras clases inferiores de personas, engendran demasiados hijos, lo cual hará descender sus salarios a un nivel de subsistencia*.

Esta “entrañable” concepción de la sociedad tiene unas evidentes, y muy estudiadas (Weber, 94) raíces culturales y religiosas, pero el motivo para presentar estas ideas como “leyes científicas”, bien pudiera ser el siguiente: se estaba produciendo en Gran Bretaña una peculiar “revolución” de la burguesía contra la oligarquía y la nobleza, para arrebatarles el monopolio de la explotación de los trabajadores “y otras clases inferiores de personas”. Por eso, una de las máximas fundamentales del “liberalismo económico” era (y es) que los gobiernos no deben entrometerse en la libertad de “operaciones” del mercado, es decir, que dejen a la sociedad en manos de los realizan esas “operaciones”.

Y, del mismo modo que en el campo de la Biología, la capacidad creadora del azar y la competencia han pasado a convertirse en un dogma, a pesar de su inconsistencia científica, el papel benefactor de “la mano invisible del mercado” se ha convertido en una creencia, por muy lejos que sus verdaderos efectos estén de ella en el mundo real , que *no es el reino de la providencial mano invisible y benefactora sino, al contrario, el de manos bien visibles e interesadas, buscando el máximo beneficio privado a costa de lo que sea* (San Pedro, 2002).

Otra obra de gran relevancia en este contexto fue el “*Ensayo sobre el Principio de la población*”, publicado, en 1798, por el ministro anglicano Thomas Robert Malthus y que se convirtió en *una parte importante e integral de la economía liberal clásica*, (The Peel Web). Malthus, que sólo salió de Inglaterra para una breve visita a Irlanda y un viaje al “continente” por razones de salud, elaboró su ensayo basado en la observación de las masas de desheredados que abarrotaban las calles de las ciudades inglesas. Su famosa tesis era que el aumento de la población en progresión geométrica, mientras que los alimentos aumentaban en progresión aritmética, impondría una “*lucha por la vida*”. Su libro que, al parecer, fue su única aportación sustancial, tuvo una gran influencia en el “*Acta de Enmienda de la Ley de Pobres*” de 1834. Según Malthus, las “*Leyes de Pobres*” estimulaban la existencia de grandes familias con sus limosnas, y afirmaba que no deberían de existir, porque además *limitaban la movilidad de los trabajadores*. Estaba en contra de la ayudas a los pobres y afirmaba que las “casas de trabajo” donde se hacinaban los desempleados *no deberían ser confortables asilos, sino sitios donde la estancia debería ser dura* (The Peel Web).

Quizás sea conveniente señalar que, probablemente, no era, necesariamente, una intención malévol (aunque no se puede descartar) la que dirigía las ideas de los autores reseñados, (de hecho, los historiadores de Malthus le describen como *un hombre amable y benevolente que ha sufrido unas grandes malinterpretaciones tanto por revolucionarios como por conservadores*) (The Peel Web). La uniformidad de sus argumentos hace pensar que era una forma muy común de ver el mundo, al menos, por un sector concreto de una sociedad con unos determinados fundamentos y valores culturales. Pero, además, las víctimas de la “Revolución Industrial” (en la que jornadas de 16 horas de trabajo llegaron a ser comunes para los niños de seis, cinco y, a veces, de cuatro años, que alcanzaban a duras penas la adolescencia con deformaciones que permitían deducir en qué máquinas habían trabajado) y de la expansión colonial británica, necesitaban, probablemente, de alguna justificación “científica” y “objetiva” de las terribles situaciones creadas dentro y fuera del país. Y una de las más “autorizadas” fue la que ofreció Herbert Spencer. Economista y filósofo, en su primer y exitoso libro “*La Estática Social*” (1850), trata de dar algunas directrices, basadas en sus ideas sobre la evolución biológica, para llevarlas a la política social. Según él, los políticos no deberían intervenir en la evolución de la sociedad, pues ésta tiene un instinto innato de libertad. La sociedad eliminará a los “*no aptos*” y elegirá a aquellos individuos más sanos e inteligentes. En su opinión, el intento de ayudar a los pobres era un entorpecimiento de las “Leyes Naturales” que se rigen por la competencia. Según Spencer: *Las civilizaciones, sociedades e instituciones compiten entre sí, y sólo resultan vencedores aquellos que son biológicamente más eficaces* (Woodward, 1982). Fue él quien aplicó la famosa noción de la “*supervivencia del más apto*” (mas exactamente, del más “adecuado”) como el motor de las relaciones sociales.

Y, una vez más, para no “desentonar” con la metodología “científica” de los pensadores antes mencionados, todas las investigaciones de Spencer sobre otras culturas son “de segunda mano”. No están basadas en ningún trabajo de campo, ni siquiera en alguna observación directa, sino en relatos y observaciones de viajeros británicos (Ekelund y Herbert, 1995).

Estos son los cimientos “científicos” y “objetivos” (y, especialmente, metodológicos) sobre los que se edificaron las bases conceptuales de “la” teoría de la evolución (del darwinismo, para ser exactos). Porque ésta no se elaboró a partir del estudio de la Naturaleza (lo que parecería, al menos, razonable) es decir, no se basó en observaciones de animales salvajes, ni en estudios anatómicos o embriológicos o, al menos, en lecturas de textos científicos. Tampoco fue el resultado directo (como se nos cuenta) de la famosa expedición del Beagle, de la que Darwin volvió sin ninguna idea concreta (mas bien con dudas) sobre la evolución, a pesar de que había leído a Lamarck, como nos narra él mismo en su autobiografía. El método no fue mucho más empírico que los de sus antecesores conceptuales: consistió en la lectura, durante lo que describe como *el período de trabajo más intenso de mi vida* (“*Autobiografía*”, pag. 66) de textos *especialmente en relación con productos domesticados, a través de estudios publicados, de conversaciones con expertos ganaderos y jardineros y de abundantes lecturas*. También de filosofía, política y economía. En “*La riqueza de las Naciones*” encontró Darwin las ideas de la importancia de las diferencias individuales y del resultado beneficioso de actividades “no guiadas”. Spencer le aportaría, posteriormente, la idea de que sólo los “más adecuados” sobreviven en un mundo de feroz competencia. Pero la revelación decisiva le llegó de los “filantrópicos” principios malthusianos. Así es como él mismo lo describe; *En Octubre de 1838, esto es, quince meses después de haber comenzado mi estudio sistemático, se me ocurrió leer por entretenimiento el ensayo de Malthus sobre la población y, como estaba bien preparado para apreciar la lucha por la existencia que por doquier se deduce de una observación larga y constante de los hábitos de animales y plantas, descubrí enseguida que bajo estas condiciones las variaciones favorables tenderían a preservarse, y las desfavorables a ser destruidas. El resultado de ello sería la formación de especies nuevas. Aquí había conseguido por fin una teoría sobre la que trabajar* (“*Autobiografía*”, pag. 67). En efecto, la extensión al mundo natural de las actividades de jardineros, criadores de animales y agricultores, le lleva directamente a su gran (y, al parecer, indeleble) aportación: *He llamado a este principio por el cual se conserva toda variación pequeña, cuando es útil, selección natural para*

*marcar su relación con la facultad de selección del hombre. Pero la expresión usada a menudo por Mr. Herbert Spencer, de que sobreviven los más idóneos es más exacta, y algunas veces igualmente conveniente* (pag. 76) . En cuanto a su concepción de las relaciones entre los seres vivos en la Naturaleza, ésta es su interpretación “ecológica: *De aquí, que como se producen más individuos de los que es posible que sobrevivan, tiene que haber forzosamente en todos los casos una lucha por la existencia / ... / Es la doctrina de Malthus aplicada con multiplicada fuerza al conjunto de los reinos animal y vegetal; porque en este caso, no hay aumento artificial de alimento y limitación prudente de matrimonios* (pag. 78) .

Con estos argumentos como conceptos fundamentales, no puede resultar extraño el enorme éxito de su libro, cuyas dos primeras ediciones ya descritas fueron seguidas, hasta 1876, de otras siete. En un período de máximo esplendor de la revolución industrial y del imperio británico, con muy duras consecuencias para las víctimas de ambos fenómenos, llegó la “explicación científica”. El título de su libro: “*Sobre el Origen de las Especies por medio de la Selección Natural o el mantenimiento de las Razas favorecidas en la Lucha por la Existencia*”, debió resultar muy sugerente para muchos de sus compatriotas (que no se encontrarían, lógicamente, entre los “desfavorecidos”) aunque, como hemos visto, también recibió muchas críticas, en algunos casos muy bien fundamentadas, que le obligaron a añadir a la sexta edición otra con todo un capítulo en el que respondía, en muchas ocasiones con escasa fortuna, a las objeciones.

Con semejantes antecedentes, se puede entender el éxito de Darwin en Gran Bretaña, pero su proyección internacional resulta, cuando menos, desconcertante si tenemos en cuenta los datos antes mencionados sobre los estudios sobre evolución en “el continente”. ¿Cuál pudo ser, entonces, el motivo de que un libro con semejantes bases conceptuales y con semejantes méritos científicos se haya convertido en *la obra de la que nace toda la biología moderna* (Fernández, 85)? Aunque la explicación no sea, probablemente, sencilla, porque requeriría más profundos estudios históricos y sociales, tal vez se puedan arriesgar algunas hipótesis (o especulaciones) que, si bien pueden resultar sesgadas o parciales, posiblemente no lo sean más que las narraciones de sus seguidores.

### **3.- LA “TRANSFORMACIÓN MENTAL” DE DARWIN, O CÓMO SE FABRICA UN GENIO**

Es un hecho histórico perfectamente documentado que, en la primera mitad del siglo XIX la evolución biológica era un fenómeno ampliamente estudiado y debatido en el ámbito académico. Es mas, los partidarios de la evolución eran llamados “lamarckianos” (Harris, 1985). Naturalmente, estos estudios y debates estaban restringidos al entorno científico o a personas cultivadas con interés por la materia. No es arriesgado suponer que las noticias del éxito editorial que supuso la publicación de la obra de Darwin contribuyeran en gran medida a despertar el interés por ella fuera de Gran Bretaña y fuera del ámbito estrictamente biológico. La sencillez y la fácil “visualización” de sus argumentos fue la probable causa de que muchas personas que no habrían tenido noticias sobre las investigaciones e hipótesis previas sobre la evolución, la “descubrieran” como un fenómeno plausible.

De hecho, los debates (y la aceptación) que suscitó la obra de Darwin se produjeron, fundamentalmente, en torno a la idea de la evolución. En España, por ejemplo, “*El Origen de las Especies*” se tradujo (incompleto) en 1872. “*The Descent of Man, and Selection in relation to Sex*”, traducido incorrectamente como “*El Origen del Hombre*”, y del que los darwinistas actuales hablan poco (y con muy fundados motivos), se tradujo en 1876. En 1877 apareció la primera traducción completa del “*Origen de las Especies*” corregida y ampliada. “*Filosofía zoológica*” tardó un siglo en ser traducida al español. Fue publicada en 1911 por la pequeña editorial Sempere de Valencia. Por eso, las narraciones darwinistas se pueden permitir, “sin faltar exactamente a la verdad”, hablar del debate sobre “la” Teoría de la evolución *tanto dentro como fuera de las aulas universitarias*

(Gomis y Josa, 2002), como un debate sobre el darwinismo: *La publicación en 1859 de On the Origin of Species... (Acerca del origen de las especies), y la posterior aparición en 1871 de The Descent of Man (El origen del hombre), supuso una ruptura con la interpretación creacionista del Génesis...* Y así, se adornan las ideas de Darwin con un tinte progresista, e incluso revolucionario, al narrar las confrontaciones que se produjeron entre sectores *de tendencias liberales y, del otro, los sectores mas conservadores de la sociedad española, con un fuerte apoyo de la Iglesia Católica.*

Esta manera de deformar la Historia, mediante la narración de hechos reales y la ocultación de otros no menos ciertos, es una constante en los textos científicos o divulgativos. El debate entre Thomas Henry Huxley ("el bulldog de Darwin") y el obispo de Oxford Samuel Wilberforce, del que, por cierto, Darwin se escabulló (Stratarn, 99), se ha convertido en el tópico habitual en la narración de la epopeya de la "revolución" darwinista, pero no se citan las críticas científicas, como las anteriormente recogidas, de naturalistas conocedores del hecho de la evolución, de las que, quizás la mas significativa, porque sintetiza un certero análisis de la obra de Darwin en pocas palabras, es la del profesor Haughton, de Dublín, citado por él mismo en su "*Autobiografía*": *Todo lo que había de nuevo era falso, y todo lo que había de cierto era viejo.*

Pero, tal vez, una de las deformaciones mas descaradas (porque su falsedad se puede revelar en libros existentes) es la de atribuir a la supuesta "revolución" darwinista un carácter de progreso científico porque *fue el primero en dar una explicación materialista, no teísta de los fenómenos naturales* (Rose, 1999, Ayala, 1985, etc.), como si las explicaciones de Saint Hilaire, Lamarck, Gèrard (entre otros muchos), basadas en experimentos con embriones, estudios anatómicos, taxonómicos o paleontológicos, fueran interpretaciones "supersticiosas".

Si cada una de estas lagunas en la información o interpretaciones parciales o inexactas pueden ser consideradas producto de algún descuido o, incluso, de la típica idealización de los personajes "míticos" por parte de sus seguidores, el conjunto de ellas, añadido a las crueles descalificaciones y descaradas falsedades lanzadas sobre los precursores del evolucionismo, producen la impresión de un engaño premeditado. De que se ha "fabricado" un personaje, una historia e, incluso, una "sólida teoría científica" muy alejados de los hechos reales. Una realidad a la que nos podemos acercar, no sólo buceando pacientemente en la historia, sino leyendo directamente al mismo Darwin (algo que, al parecer, pocos darwinistas se han molestado en hacer).

Como hemos visto, en las hagiografías de Darwin que suelen figurar en las introducciones de los textos científicos y divulgativos, la historia suele comenzar con la publicación de la "obra cumbre de nuestra civilización", o, en algunos casos, con el viaje de "un joven naturalista" a bordo del *Beagle*, durante el cual "descubrió" la evolución. Aunque, vistos los anteriores datos, pueda parecer reiterativa (incluso innecesaria) la exposición de las circunstancias personales que rodearon realmente el nacimiento de la obra que *completó la revolución que comenzó en el siglo XVI con Copérnico* etc., etc., la información sobre ello tal vez no resulte superflua, porque, cuando lo que se está valorando es la teoría de un personaje que ocupa *una de las mas altas cumbres del pensamiento humano (para mí la más)* (Arsuaga, 2002), algunos datos históricamente documentados sobre este aspecto pueden resultar esclarecedores. Porque su formación, las influencias recibidas y el contexto científico y social en que este hecho tuvo lugar, nos pueden ofrecer alguna información, tanto sobre su bagaje científico como sobre la forma en que todo esto ha sido (y sigue siendo) transmitido por sus apologistas.

Para no correr el riesgo de incurrir en valoraciones del tipo de las que, por ejemplo Harris, hacía de Lamarck, vamos a recurrir a su propia autobiografía y a biógrafos cuya calificación de Darwin como el hombre que aportó *la idea más importante de la humanidad* (Stratarn, 1999) no deja dudas sobre sus inclinaciones.

A pesar de que la narración, por éste último, de varias anécdotas y circunstancias referidas a la infancia y juventud de Darwin se presta, sin gran esfuerzo, a una sátira cruel, nos ceñiremos a lo que se refiere a su formación intelectual. Su padre, un acaudalado médico de las clases altas (*sólo si podían pagar sus elevados honorarios hacía algún caso a los pacientes*) (Stratarn, 1999) lo envió, a

los 16 años a estudiar medicina a Edimburgo. Así es como él mismo narra sus experiencias: *También asistí en dos ocasiones a la sala de operaciones en el hospital de Edimburgo y vi dos operaciones muy graves, una de ellas de un niño, pero salí huyendo antes de que concluyeran* (“Autobiografía”, pag. 16). El resultado de su poca inclinación a la medicina fue que: *Tras haber pasado dos cursos en Edimburgo mi padre se percató, o se enteró por mis hermanas, de que no me agradaba la idea de ser médico, así que me propuso hacerme clérigo. / ... / sentía escrúpulos acerca de la declaración de mi fe en todos los dogmas de la iglesia Anglicana aunque, por otra parte, me agradaba la idea de ser cura rural.* Durante sus estudios de Teología en el Christ’s College, conoció al hombre, quizás más determinante en su futuro: El reverendo J.S. Henslow, teólogo y coadjutor de la iglesia de St. Mary, constituyó para Darwin el equivalente de lo que fue (salvando ciertas distancias) Rousseau para Lamarck. Según Stratern: *Era también hijo de padres ricos que lo enviaron a Cambridge para estudiar para la Iglesia, donde había descubierto que su verdadero interés era la ciencia.* Darwin quedó impresionado con él: *Era profundamente religioso y tan ortodoxo que un día me dijo que se afligiría si se alterara una sola palabra de los treinta y nueve artículos. Sus cualidades morales eran admirables en todos los sentidos. / ... / En la Universidad se daban clases en diversas ramas, siendo la asistencia absolutamente voluntaria. /... / De cualquier forma asistía a las conferencias de botánica de Henslow /... / Estas excursiones eran absolutamente deliciosas (Autobiografía).* Darwin aprobó, a principios de Enero de 1831, su examen de bachiller con el puesto décimo de la promoción, lo que le abría el camino para la profesión de pastor de la Iglesia Anglicana. Pero por lo pronto se quedó dos semestres más en Cambridge. (Hemleben, 1971). El hecho de no tener prisa en comenzar sus actividades profesionales y su admiración por Henslow hizo posible *la clave del descubrimiento de la evolución* (Stratern, 1999): el viaje alrededor del Mundo en el *Beagle*. *Por aquellos días le ofrecieron a Henslow el puesto de naturalista sin sueldo a bordo del HMS Beagle / ... / Como Henslow no quería abandonar Cambridge, le ofreció el trabajo a Darwin, que no quiso dejar pasar la ocasión / ... / Era costumbre llevar un botánico en este tipo de viajes de exploración / ... / (hasta al médico de a bordo se le exigía un certificado de carpintería)...* Puede resultar incongruente con nuestra historia que al “botánico de a bordo” se le exigiese un certificado de botánico, pero lo cierto es que se le exigía. Y lo tenía. El naturalista del *Beagle* era un experto que *había desempeñado su cargo con distinción en otros viajes, ...* El joven S. J. Gould, en su artículo *La transformación marítima de Darwin o cinco años a la mesa del capitán* (1977), nos narra un curioso descubrimiento: *He aquí toda una historia; no solamente un puntilloso pie de página para la historia académica, sino un descubrimiento de no poca significación.* El naturalista del *Beagle* se llamaba Robert McKormick, y la historia resulta ser, una vez más, muy diferente a cómo nos la han contado. Y comienza con la carta que J.S. Henslow escribió a Darwin: *El Cap. F. busca un hombre (por lo que tengo entendido) más para compañero de viaje que como simple coleccionista.* El capitán del *Beagle*, Robert Fitzroy, un aristocrático marino (su tío, el vizconde de Castlereagh, sofocó la rebelión irlandesa de 1798) cuya relación con sus subordinados, narrada por Darwin, y los motivos de su posterior suicidio, relatados por Gould, hacen pensar que, a su lado, el capitán William Bligh causante del (histórico) “motín de la Bounty” era una especie de monje budista, necesitaba un compañero de viaje: *La tradición naval británica dictaba que un capitán no podía tener virtualmente ningún contacto social con ningún miembro inferior en la escala de mando. / ... / Sólo un caballero, podía compartir sus comidas y eso es precisamente lo que era Darwin, un caballero.*

Parece que, desgraciadamente, no hay más remedio que suscribir la opinión de Gould: *Qué diferente sería hoy la ciencia de la biología si Darwin hubiera sido hijo de un comerciante y no de un médico extremadamente rico.* Efectivamente, Darwin se embarcó acompañado de un criado, con una abundante suma de dinero, y con cuentas abiertas en las principales ciudades en las que se hizo escala. La competencia de Darwin, que podía reclutar a un considerable número de “nativos” para sus recolecciones de “especímenes” y los desprecios del capitán exasperaron al naturalista oficial del *Beagle* y las consecuencias las narra Darwin en su diario: *La suerte del pobre McKormick estaba echada. / ... / En Abril de 1832, en Río de Janeiro, fue “dado de baja por invalidez”.* Darwin

comprendió el eufemismo y le escribió a su hermana, refiriéndose a McKormick, *dado de baja por "invalidez", es decir, por resultarle desagradable al capitán... no constituye una pérdida* (Gould, 1977).

En las narraciones habituales de la epopeya del "descubrimiento de la evolución" se narran meticulosos detalles del viaje, pero *el pobre McKormick*, con los sempiternos problemas de "presupuesto oficial", ha sido borrado de la historia en aras a la "financiación privada". Y esto también explica (por fin) el misterio de que, cuando el joven biólogo, (en este remoto caso, quien esto escribe), entusiasmado tras leer en el prólogo del primer libro de Darwin, "*Viaje de un naturalista*" (1972) la presentación de éste como *el factor del mayor escándalo del siglo XIX, motor de una biología, sociología, antropología, historiología e incluso una ética a su manera, divisoria de aguas de la ciencia decimonónica y aún de mucha de la contemporánea*, y espera conocer los, sin duda, dramáticamente intensos momentos iniciales del impresionante y trascendental viaje, que habría de durar desde el 27 de Diciembre de 1831 hasta el 2 de Octubre de 1836, se encuentra con el siguiente comienzo: *Río de Janeiro: del 4 de Abril al 5 de Julio de 1832*.

Las ocultaciones y manipulaciones de la historia "oficial" son demasiadas como para pensar en descuidos. Del mítico y trascendental viaje del *Beagle* no volvió Darwin con ninguna idea sobre la evolución, a pesar de que, como nos cuenta en su *Autobiografía*, había oído hablar de Lamarck. Su "descubrimiento" tuvo lugar ocho años más tarde del regreso, tras su documentación antes mencionada. Concretamente, alrededor del 11 de Enero de 1844, aunque fuera un descubrimiento vacilante: *Por fin ha surgido un rayo de luz, y estoy casi convencido*, (el subrayado es mío) *(totalmente en contra de la opinión de la que partí) de que las especies no son (es como confesar un asesinato) inmutables*. (Carta a J. Hooker en *Autobiografía y cartas escogidas*, pag. 273). Tampoco sufrió, durante el famoso viaje, la transformación de que se nos habla, que le convirtió en un lúcido científico materialista. Bien avanzado el viaje, escribía en una de sus cartas a sus amigos: *A menudo hago conjeturas acerca de lo que será de mí: si me dejara llevar por mis deseos acabaría sin duda siendo un clérigo de aldea*. (Gould, 1977). Es más: *Todavía a bordo del Beagle citaba la Biblia a los oficiales del barco como la prueba irrefutable de sus principios morales y tuvo que soportar por ello las burlas de los marineros*. (Hemleben, 1971, pág 72). Su posterior, y siempre inseguro alejamiento de la Iglesia Anglicana fue, en realidad, otra muestra de su ingenua honestidad intelectual que le llevó a dudar de la interpretación literalista de la Biblia. (Hemleben, 1971). Y, entonces, ocurrió un milagro: se convirtió en un genio. *Pero, ¿cómo ocurría?, ¿qué mecanismo encerraba ese proceso? Darwin no había recibido formación científica en el sentido académico, y hasta el momento no había demostrado poseer una inteligencia excepcional. (Su celebridad se debía enteramente a haber estado en el lugar oportuno en el momento oportuno) / ... / Pero, de pronto, a los veintiocho años, pareció descubrir su imaginación / ... / El resultado sería un científico genial*. (Stratarn, 1999, pag. 51). Sin embargo, la explicación de esta "reorganización cerebral" sin precedentes (al menos hasta entonces) en la historia de la Humanidad, tal vez resulte menos esotérica y más comprensible. Gracias a sus abundantes recursos económicos, Darwin se pudo permitir enviar a su mentor, el reverendo Henslow, una gran cantidad de especímenes de todo tipo, recolectados por sus asalariados. Éste, entusiasmado, pronunció varias conferencias sobre ellos en la Geological Society de Londres. *Estas provocaron el suficiente revuelo como para hacer de Darwin una pequeña celebridad en los círculos científicos / ... / Al llegar a Londres, Darwin descubrió que se había convertido en una especie de celebridad / ... / Le nombraron miembro de la Geological Society y le ascendieron casi de inmediato a su consejo rector. Un año más tarde fue aceptado por el Ateneo, el club para caballeros más exclusivo de Londres, y al año siguiente le nombraron miembro de la Royal Society. El regreso de Darwin no fue precisamente discreto*. (Stratarn, 1999, pag. 45). El "revolucionario" Darwin no era, ciertamente, un proscrito entre la rancia aristocracia científica de las "exclusivas" sociedades victorianas. Y, a pesar del manido relato de la reacción escandalizada del obispo de Oxford, también es cierto que Sir Charles Lyell y Sir William Hooker, importantes miembros de estas sociedades, le ofrecieron todo su apoyo para la publicación de su famosa obra, e incluso, para que obtuviera la prioridad sobre los



trabajos enviados previamente por Alfred Russell Wallace, en los que proponía su teoría sobre la evolución basada en la selección natural. Y también lo es que, tanto éste como Patrick Matthew, otro naturalista aficionado que también había publicado, en 1831, (Ver Sandín, 2000) una hipótesis semejante, compartían defectos difícilmente tolerables por los aristocráticos académicos: el primero era de ideas socialistas, y Matthew fue miembro del “Movimiento Chartista”, que denunciaba y combatía las duras condiciones de los trabajadores de la época.

En suma, de los datos históricos se desprende que la sorprendente “conversión” de Darwin en el hombre genial que descubrió la selección natural, el “verdadero mecanismo de la evolución” fue más una creación externa que propia. De hecho, él mismo acabó por estar muy poco convencido de que esto fuera así. En su otra gran obra, *“La variación de los animales y las plantas en domesticidad”*, publicada diez años después del *“Origen de las especies”*, elaboró lo que consideraba su teoría definitiva, en la que daba *el paso drástico de abandonar la idea de la selección natural. De lo sublime a lo ridículo. En su lugar propuso una teoría pergeñada por primera vez en el siglo V a. C. por el filósofo griego Demócrito, conocida como Pangénesis. Su versión moderna afirmaba que cada órgano y sustancia del cuerpo segregaba sus propias partículas que luego se combinaban para formar las células reproductivas. Las partículas segregadas por cada órgano eran un eco fiel, no sólo de las características, sino también de la respectiva fuerza, tamaño y salud del órgano* (Stratarn, 1999). Es decir, al parecer, son sus apologistas los que deciden cuales de sus ideas son las adecuadas, incluso en contra de su opinión. Lo cual resulta un caso de mitificación realmente peculiar (si bien, no único), porque sería algo así como reconocerle las aportaciones que él admitía como errores y rechazar, precisamente, las que creía válidas. Es más, muy probablemente, Darwin tampoco estaría de acuerdo con los atributos de genialidad con que le adornan sus “correctores”: *No tengo la gran presteza de aprehensión o ingenio, tan notable en algunos hombres inteligentes, por ejemplo Huxley. Por lo tanto soy un mal crítico: la lectura de un artículo o de un libro, suscita en un principio mi admiración, y sólo después de una considerable reflexión me percató de los puntos débiles. Mi capacidad para seguir una argumentación prolongada y puramente abstracta es muy limitada y por eso nunca hubiese triunfado en metafísica ni en matemáticas. Parece, en definitiva, que no hay mas remedio que estar de acuerdo con Stratarn en lo que respecta a su descripción de las cualidades y verdaderos méritos de Darwin previos a su “transformación”. Y que, por mucho que sus seguidores se empeñen en hacernos creer que ésta ocurrió, el mismo Darwin se niega tozudamente a reconocerlo, a juzgar por la frase con que finaliza su “Autobiografía”: Con unas facultades tan ordinarias como las que poseo, es verdaderamente sorprendente que haya influenciado en grado considerable las creencias de los científicos respecto a algunos puntos importantes.*

Pero, la sensación de desconfianza que produce el constatar cómo se ha fabricado un mito mediante la “creación” de una sólida teoría y una impecable y coherente biografía no sólo inexactas, sino contrarias a las que manifiesta el propio personaje, llega al extremo cuando nos enfrentamos con la falacia, (absolutamente manifiesta, porque se puede comprobar en libros que se encuentran actualmente en las librerías), de negarle a Darwin la responsabilidad del “darwinismo social”, *ya que fue Herbert Spencer su verdadero creador, antes de la publicación del “Origen de las Especies”*. Esta frase, “clonada” literalmente en los textos darwinistas, resulta muy poco favorecedora para la credibilidad del resto de la obra porque, tanto si es resultado de una tergiversación intencionada, como si lo es del desconocimiento, no dice mucho en favor del rigor científico de sus autores. Porque, aún sin tener en cuenta la existencia de cartas muy significativas (especialmente, una escrita por Darwin a Heinrich Fick, un jurista suizo partidario de la aplicación de la teoría darwiniana a la legislación) (Sandín, 2000), cuyo desconocimiento se podría justificar por no resultar de fácil acceso, la otra “obra cumbre” de Darwin, *“Descendencia del Hombre y la Selección en Relación al Sexo”* (1871), conocida como *“El Origen del Hombre”*, resulta (naturalmente, si uno se toma la molestia de leerla) suficientemente informativa al respecto, y merece, con todos los honores, un capítulo aparte.

#### 4.- SOBRE “LA TENDENCIA A LA PERFECCIÓN”

Esta obra es, sin duda, la más clarificadora sobre la concepción que Darwin tenía realmente del hecho y, especialmente, del significado de la evolución y de la selección natural. Porque, a diferencia de “*El Origen de las Especies*” en el que, como hemos visto, encontraba muchas dificultades para explicar la Naturaleza mediante sus bases conceptuales (selección de ganados, Malthus y Spencer) , en este caso, esos problemas (obviamente) no existen para explicar “su” sociedad humana.

Comencemos por la situación de su “observatorio” de la realidad: *La presencia de un cuerpo de hombres bien instruidos que no necesitan trabajar materialmente para ganar el pan de cada día, es de un grado de importancia que no puede fácilmente apreciarse, por llevar ellos sobre sí todo el trabajo intelectual superior (del) que depende principalmente todo progreso positivo, sin hacer mención de otras no menos ventajas.* (pag. 192). Entre éstas, hay algunas no despreciables: *Los ricos por derecho de primogenitura pueden, de generación en generación, elegir las mujeres más hermosas, las más encantadoras, dotadas por lo general de bienes materiales y de espíritu superior.* (pag. 193). Pero, este “espíritu superior” hay que considerarlo en proporción al nivel de las mujeres, ya que, *Está generalmente admitido que en la mujer las facultades de intuición, de rápida percepción y quizá también las de imitación, son mucho más vivas que en el hombre; mas algunas de estas facultades, al menos, son propias y características de las razas inferiores, y por tanto corresponden a un estado de cultura pasado y más bajo. / ... / Por consiguiente podemos inferir de la ley de la desviación de los tipos medios – tan bien expuesta por Galton en su obra sobre “El Genio hereditario” – que si los hombres están en decidida superioridad sobre las mujeres en muchos aspectos, el término medio de las facultades mentales del hombre estará por encima del de la mujer.* (pag. 728).

En cuanto a las “clases inferiores”, citadas continuamente en la obra (y poco caritativamente, por cierto), su “observatorio de la realidad” no le debía permitir mucho contacto con ellas, ya que, en muchos casos, hablaba por referencias ajenas: *Mas en estos casos parecen ser igualmente hereditarios la aptitud mental y la conformación corporal. Se asegura que las manos de los menstrales ingleses son ya al nacer mayores que las de la gente elevada.* (pag. 47). Sin embargo, a pesar de que ya nacen con las “herramientas” incorporadas, es precisa una selección, como expone en el apartado *Acción de la selección natural sobre las naciones civilizadas* : *Existe en las sociedades civilizadas un obstáculo importante para el incremento numérico de los hombres de cualidades superiores, sobre cuya gravedad insisten Grey y Galton, a saber: que los pobres y holgazanes, degradados también a veces por los vicios se casan de ordinario a edad temprana, mientras que los jóvenes prudentes y económicos, adornados casi siempre de otras virtudes, lo hacen tarde a fin de reunir recursos con que sostenerse y sostener a sus hijos. / ... / Resulta así que los holgazanes, los degradados y, con frecuencia, viciosos tienden a multiplicarse en una proporción más rápida que los pródigos y en general virtuosos.* A continuación, cita un ejemplo en el que los irlandeses se corresponden con la primera categoría, mientras que los escoceses están adornados de, exactamente, siete virtudes superiores, para finalizar: *En la lucha perpetua por la existencia habría prevalecido la raza inferior, y menos favorecida sobre la superior, y no en virtud de sus buenas cualidades, sino de sus graves defectos.*

Pero, también para este problema hay solución: *Con respecto a las cualidades morales, aun los pueblos más civilizados progresan siempre eliminando algunas de las disposiciones malévolas de sus individuos. Veamos, si no, cómo la transmisión libre de las perversas cualidades de los malhechores se impide o ejecutándolos o reduciéndolos a la cárcel por mucho tiempo.* Porque, como señala a continuación: *En la cría de animales domésticos es elemento muy importante de buenos resultados la eliminación de aquellos individuos que, aunque sea en corto número, presenten cualidades inferiores.* (pag. 195).

Todos los argumentos del libro se pueden condensar en unas ideas básicas muy sencillas:

Las cosas son como deben ser, porque la selección (bien natural o en su caso la del verdugo) se encarga de ello. Dado que las cualidades morales e intelectuales son innatas, los países civilizados ha llegado a dominar el Mundo por obra y gracia de la mayor calidad de sus ciudadanos y, naturalmente, dentro de éstos y de acuerdo con sir Francis Galton, las clases superiores son las adornadas de las mayores virtudes. Por eso, ... *sería una interminable tarea señalar los numerosos puntos de diferencia de las razas. / ... / Sus caracteres mentales son igualmente muy distintos, sobre todo cuando se trata de las partes emocionales, aunque mucho, asimismo, en sus facultades intelectuales.* La consecuencia de estas diferencias en un Mundo dirigido por la implacable selección natural es inevitable: *Llegará un día, por cierto, no muy distante, que de aquí allá se cuenten por miles los años en que las razas humanas civilizadas habrán exterminado y reemplazado a todas las salvajes por el mundo esparcidas / ... / y entonces la laguna será aún más considerable, porque no existirán eslabones intermedios entre la raza humana que prepondera en civilización, a saber: la raza caucásica y una especie de mono inferior; por ejemplo, el papión; en tanto que en la actualidad la laguna sólo existe entre el negro y el gorila.* (pag. 225). Y, en este caso, sí contaba con datos objetivos para reforzar sus argumentos. *Cuando las naciones civilizadas entran en contacto con las bárbaras, la lucha es corta, excepto allí donde el clima mortal ayuda y favorece a los nativos. / ... / Cuando se comenzó a colonizar Tasmania, estimaban algunos el número de sus habitantes en 7.000 y otros en 20.000. Este número disminuyó considerablemente a causa, sobre todo, de las luchas con los ingleses y consigo mismos. Después de la famosa cacería emprendida por todos los colonizadores en que se sometieron los residuos que quedaban de la antigua población indígena, su número no era más que 120 individuos, los cuales en 1832 fueron deportados a la isla Flinders.* (En 1864 quedaba un hombre, que murió en 1869, y tres mujeres. La última tasmana murió a finales del siglo XIX). A la vista de “procesos naturales” como éste, se entienden perfectamente *Los notables resultados que los ingleses han obtenido siempre como colonizadores, comparados con los de otras naciones de Europa / ... / Es en apariencia muy verdadera la opinión de los que entienden proceder el admirable progreso de Estados Unidos, como también el carácter del pueblo, de la selección natural.* (pag. 201)

En suma, el libro, (que, por cierto, sería muy de agradecer que fuera leído por los darwinistas), que no estaba concebido por Darwin, ni mucho menos, como una obra secundaria, sino como la culminación necesaria del “*Orígen de las Especies ....*”, no cuenta con mayores virtudes científicas y literarias que éste porque, además de las abundantes argumentaciones del tipo de las citadas, cuya calificación benévola podría ser de “políticamente incorrectas”, contiene muchas otras referidas, por ejemplo, a *las clases entregadas a la destemplanza, al libertinaje y al crimen*, o al matrimonio y la reproducción que no se pueden calificar de otro modo que de absolutamente ridículas. No me puedo resistir a mencionar una muestra final: *En suma, concluimos como el doctor Farr; en que la menor mortalidad de los casados, relativamente a la de los solteros, ley que parece ser general, se debe principalmente a la eliminación constante de los tipos imperfectos y a la hábil selección de los individuos más hermosos que en cada generación se verifica, por no haber selección mas que cuando se trata de matrimonio, y ser tan grande su influjo sobre las cualidades corporales, intelectuales y morales. De lo cual podemos inferir que los hombres sanos y buenos no se hallarán sujetos a mayor mortalidad si sólo por prudencia permanecen sin casarse algún tiempo.*

Del candor (que mejor se podría calificar de simpleza) y del rancio puritanismo victoriano que se refleja en sus escritos no se desprende la mas mínima intención de manipular o distorsionar los hechos (entre otros motivos, porque, como él mismo reconoce, carecía en absoluto de las capacidades necesarias). Se trata, sencillamente, de una concepción del Mundo característica del sector social del que procedía y en el que se relacionaba, (y no “un producto de su época”, como se suele justificar, porque en la misma época y en el mismo país existían visiones muy diferentes de la realidad, como, sin ir mas lejos, las de Wallace o Matthew). Una clase social que se caracterizaba por unos valores profundamente enraizados en la tradición calvinista, (otra revolución burguesa), según la cual ciertas personas están predestinadas por Dios a la salvación y otras a la condenación.

Pero, eso sí, el creyente, aunque desconoce su destino, puede demostrar que es un “elegido de Dios” con los éxitos que alcance en su vida privada. Esta curiosa “fe” que, por otra parte, fue la que alumbró la teoría de Adam Smith, desvela una envidiable capacidad de amoldar toda una cosmovisión a los intereses de una clase social concreta, de modo que, mediante unos convenientes e inevitables designios, un Dios tan complaciente con los ricos como implacable con los pobres, la mano invisible del mercado y la poderosa y ciega selección natural favorecen, curiosamente, a los mismos, otorgándoles, de una tacada y por los mismos méritos (que se pueden sintetizar en “ir a lo suyo”), la salvación, la riqueza y el éxito biológico.

Y estos principios no pertenecen al campo de las anécdotas históricas, porque son los que conforman, en la actualidad, el llamado "pensamiento único", la base ideológica de las sociedades “avanzadas”. Su intelectualización en forma de “leyes científicas” y su carácter eminentemente práctico (especialmente para los “más adecuados”) los ha expandido y consolidado, de forma que, de ser, en su origen, una justificación del *statu quo* con mayor o menor dosis de hipocresía o de simpleza, han pasado a convertirse en una firme creencia de cómo es (y cómo debe ser) la realidad, y muchos de los argumentos no sólo de Darwin, sino de Smith, Malthus y Spencer permanecen, además de en las “leyes” de la economía de libre mercado, en los textos en los que los científicos darwinistas nos explican su visión de la Naturaleza y de la Sociedad en forma de metáforas y “leyes” científicas.

## 5.- EL DARWINISMO “MODERNO”

Resulta verdaderamente difícil definir qué es hoy el Darwinismo (el neodarwinismo, para ser exactos), lo cual es un serio problema, porque se trata de “la” teoría de la evolución, la base teórica de la Biología que permitiría explicar (pero sobre todo comprender) todos los fenómenos biológicos y muchas de las grandes cuestiones candentes actuales, desde los graves problemas ambientales, hasta el posible futuro de los ecosistemas (especialmente el humano), desde el SIDA hasta el cáncer (ver Sandín, 97). Pero lo cierto es que, a pesar de que en los últimos 25 años se han producido descubrimientos espectaculares en el campo de los conocimientos biológicos (o tal vez, precisamente por ello), nos encontramos con una gama tan variada y, a veces tan contradictoria, de concepciones y explicaciones de los procesos evolutivos que la base teórica, más que en confusa, se ha convertido en inexistente.

La teoría “oficial” que sigue figurando en los libros de texto, a pesar de estar totalmente descalificada por los datos recientes es la llamada “*Teoría sintética moderna*”. El término “moderna” hace referencia a la época en que fue elaborada, desde los años veinte a los cincuenta, fundamentalmente por matemáticos (Wright, Fisher y Haldane) que tenían muy pocos conocimientos de genética cuando incluso los genetistas tenían muy pocos conocimientos de genética. La idea de evolución (de cambio en la organización morfológica, fisiológica y genética) se resume así de sencillamente: *La visión de Darwin sobre la selección natural se puede incorporar fácilmente a la visión genética de que la evolución se produce típicamente a partir de cambios en las frecuencias génicas.* (Boyd y Silk, 2001).

La “visión genética” a la que se refieren es la simplificación mendeliana que explica (solo en ciertas ocasiones) la transmisión de características superficiales (en su mayor parte “defectos”), como las famosas características de la piel de los guisantes, o el pelo de los ratones, que no afectan en absoluto a la condición de guisantes o ratones, pero que, sobre todo, ha conducido a la

concepción de que existe “un gen” responsable directo de cada carácter, ya sea fisiológico, anatómico o, incluso, de comportamiento, y que todavía subyace en las interpretaciones de muchos teóricos de la evolución. Lo cierto es que, después de medio siglo desde que se formuló (difusamente) la *Teoría Sintética Moderna*, los dos ejemplos clásicos que figuran en los libros de texto como explicación de la evolución según sus criterios ( es decir, mediante la selección natural) son la resistencia a la malaria de los heterocigotos para “el gen” de la anemia falciforme y el cambio de coloración de las famosas “polillas del abedul”. El hecho de que los individuos resistentes a la malaria, y las polillas oscuras, teóricamente supervivientes a los pájaros gracias a su ocultación en el hollín contaminante, sigan siendo los mismos hombres y las mismas polillas existentes antes de la “actuación” de la selección natural, no les invalida como ejemplo de evolución. La idea de evolución implícita (es más, firmemente asumida) en estos argumentos es que las mutaciones (errores de copia del ADN en su replicación) producen, al azar, variantes de un gen (alelos diferentes) que producen pequeñas variaciones como las anteriormente mencionadas que, “con el tiempo” llegarían a convertirse en los grandes cambios de organización genómica, fenotípica y anatómica que se han producido en los seres vivos. Según F. J. Ayala (1999), la evolución se produce mediante *cambios en la composición genética de una especie*, como si los genes fueran unas entidades individuales, cada una responsable de un carácter que se situarían, a modo de cuentas de un collar, en los cromosomas.

Sin embargo, hace tiempo que esta visión de los genomas está totalmente invalidada. Hoy sabemos que lo que llamamos “genes” (donde se localiza la información sobre cómo se hace y cómo funciona un organismo vivo), es algo mucho más complejo que un segmento concreto de ADN, pues puede haber genes repetidos en trozos dispersos por el genoma, hay genes con otros genes dentro, los hay enormes, formados por millones de pares de bases, y muy pequeños, formados por unos pocos miles (ver Sandín 2001). Pero, sobre todo, lo que más ha cambiado de la visión extremadamente simple y, especialmente, determinista, de la teoría sintética y que, desgraciadamente, ha pasado a formar parte de los tópicos populares es la idea de que “un gen” tiene un significado único y concreto. En la época en que se elaboró la Teoría Sintética se hablaba de “un gen - un carácter”. Posteriormente, se pasó a asociar un gen con una proteína y, finalmente se ha comprobado que la información genética es algo de una complejidad difícil de abarcar. En primer lugar, el ADN en sí mismo no es ni autorreplicable ni de único significado. Es algo así como un diccionario, que necesita de una gramática, incluso de un idioma que dé sentido (y contexto) a la información que contiene. En el primer aspecto, para la replicación del ADN son necesarias un buen número de complejísimas y muy específicas proteínas que separan la doble cadena, inducen la replicación, revisan, corrigen los errores, los reparan y unen los trozos reparados. En cuanto a los mensajes codificados en el ADN, el “significado” de una secuencia concreta de bases, varía según su situación en el genoma, de la regulación por parte de otros genes y del tipo de organismo en el que esté. Por ejemplo, el gen llamado GAI codifica en plantas una proteína que frena su crecimiento, excepto en presencia del ácido giberélico (una especie de hormona vegetal). Se ha visto (Peng, et al., 1999; Boss y Thomas, 2002), que una mutación de este gen tiene distintas consecuencias en plantas diferentes: en *Arabidopsis* (una planta silvestre muy común) este gen o su mutante pueden producir hojas o flores; en vides, uvas o zarcillos, y en trigo, tallo largo o corto.

Pero la plasticidad del ADN puede ir aún más lejos. Muchos genes tienen la capacidad de lo que se conoce como “splicing” (empalme o ligamiento) alternativo (Herbert y Rich, 1999), es decir, de producir diferentes mensajes (diferentes proteínas) en función de las condiciones del ambiente celular (que, a su vez, depende del ambiente externo), lo que en definitiva significa que el ADN posee la capacidad de respuesta al ambiente. Y esta capacidad de respuesta va aún más lejos si tenemos en cuenta los descubrimientos derivados de la secuenciación (parcial) del genoma humano (The Genome Sequencing Consortium, 2001). El 95% de nuestro genoma está constituido a partir de *elementos móviles* y *virus endógenos* (Sandín, 2002). Los primeros pueden estar de dos formas: *transposones*, que son “trozos” de ADN que pueden saltar de unas partes a otras de los cromosomas, y *retrotransposones*, que pueden realizar (mediante las proteínas correspondientes) copias de sí mismos que se insertan en otra zona del genoma, produciéndose duplicaciones de sus secuencias. Ambos se activan como reacción a agresiones ambientales (Whitelaw y Martin, 2001, ). En cuanto a los *virus endógenos*, que constituyen, por el momento, el 10% del genoma, se considera que su presencia obedece a que, en algún momento de la historia evolutiva “infectaron” al “hospedador” y se insertaron en el genoma, donde permanecen como “parásitos”. Lo cierto es que sus secuencias participan activamente en procesos celulares normales de distintos órganos, como: cerebro, pulmón, corazón... (Genome directory, 2001). Y también tienen capacidad de respuesta al ambiente, “malignizándose” ante agresiones ambientales (Gaunt y Tracy, 1995) e incluso reconstruyendo su cápsida y recuperando su capacidad infectiva (Ter-Grigorov et al., 1997).

Por si todos estos datos sobre la enorme complejidad del material genético no fueran suficientes para mostrarnos lo mucho que todavía nos queda por conocer, los estudios sobre *el proteoma* (el conjunto de proteínas celulares que participan en todos sus procesos) están poniendo de manifiesto fenómenos que, según sus investigadores (Gavin, et al., 2002; Ho et al., 2002) *desafían la imaginación*: los miles de complejas proteínas que interactúan en las células se asocian en grupos de, al menos, 96 proteínas. Cada combinación determina, al parecer, sus estructuras y funciones características. Según los autores *La célula está organizada en una forma para la que no estamos preparados*.

En suma, los procesos biológicos, incluso al nivel más básico, están resultando tan diferentes de la visión reduccionista del darwinismo que todavía figura en los libros de texto, que la conclusión lógica es la que planteó Phillip Ball (2001), uno de los editorialistas de la revista *Nature*, ante el informe de la secuenciación del genoma humano: *Nos encontramos sin base teórica para explicar esta complejidad*. En otras palabras, la que tenemos es inútil. Porque, desde luego, todo esto implica que la evolución de la vida, no ha podido ser, según la narración darwinista, mediante mutaciones, es decir, “errores” o desorganizaciones al azar, productoras de variantes de un mismo gen, con pequeñas consecuencias en el fenotipo, que serían “fijadas” por la selección natural en el caso de ser “mejores” que sus otras variantes, produciendo como consecuencia una evolución gradual.

Y, efectivamente, los datos nos informan de que la historia no ha sido así. Desde el origen de las células que constituyen los seres vivos que, como ha sido comprobado por W.F. Doolittle (2000), Lynn Margulis (1995) y R. Gupta (2000), se ha producido por agregaciones de bacterias, hasta las bruscas remodelaciones de fauna y flora que inician los grandes periodos geológicos (Moreno, 2002) y que coinciden con grandes catástrofes ambientales perfectamente documentadas en la actualidad, (Kemp, 1999), pasando por la todavía, misteriosa para los científicos, “*explosión del Cámbrico*” (Morris, 2000), en la que aparecieron, de un modo repentino, todos los tipos generales de organización animal (ver Sandín 2002), constituyen un relato más acorde con las características reales de los fenómenos naturales. Desde la naturaleza de la información genética hasta el todavía indescifrable funcionamiento celular, desde las sofisticadas e interdependientes actividades de los procesos fisiológicos, hasta la coordinación en la formación de un organismo, o la complejidad de los ecosistemas, la Naturaleza nos habla, fundamentalmente, de cooperación. De sistemas biológicos de una enorme complejidad en los que no hay sitio para los “errores”, pero, sobre todo, de una gran interacción con el ambiente y una gran capacidad de respuesta, con poco de

aleatorio, a las condiciones o agresiones ambientales. Una realidad totalmente opuesta a la visión de las características genéticas rígidamente determinadas y herméticamente aisladas del ambiente, en las que los supuestos cambios aleatorios serían seleccionados por medio de una implacable competencia.

Sin embargo, los términos y los conceptos, incluso el modo de razonar darwinista, aparentemente “grabados a fuego” en el cerebro durante nuestra formación como biólogos, impiden dar a estos hechos el significado que tienen. Sólo a modo de ejemplo de los sistemáticos y tópicos argumentos, a veces realmente peregrinos, que se utilizan para embutir los nuevos datos en el paradigma darwinista, vamos a hacer referencia a algunas interpretaciones sobre los fenómenos fundamentales de los procesos evolutivos que se producen continuamente en las revistas especializadas en referencia a cualquier fenómeno investigado, incluido el nivel molecular.

Radhey Gupta, de la Universidad Macmaster de Canadá, ha conseguido identificar de qué tipo de bacterias proviene el material genético (ADN y proteínas) de nuestras células: los genes y las proteínas que controlan la replicación del ADN provienen de arqueobacterias; los que controlan el metabolismo celular, de eubacterias. Sin embargo, para él, este hecho fundamental en la evolución de la vida y que indica hasta qué punto son importantes en ella los fenómenos de cooperación y de integración de sistemas, en sí mismos complejos, de “cómo tienen que ser” para conseguir los increíbles niveles de complejidad e interconexión que se encuentran en los más mínimos procesos biológicos, es el resultado de un fenómeno ocasional aleatorio y único (a pesar de la increíble eficacia de su resultado) y considera que “los siguientes” fenómenos evolutivos tuvieron lugar por medio de la selección natural (Gupta, 2001).

Pero los “siguientes procesos evolutivos” también resultan, para los especialistas que los estudian, fenómenos excepcionales. La llamada “*explosión del Cámbrico*” en la que aparecieron, en un período máximo de cinco millones de años (G<sup>a</sup> Bellido, 1999) todos los grandes tipos de organización animal existentes en la actualidad (anélidos, artrópodos, moluscos,... e incluso vertebrados), tuvo lugar en un medio marino muy estable y a partir de antecesores muy sencillos. Antonio García Bellido, sin duda, el científico español de mayor prestigio internacional, ha denominado “*sintagma*” al conjunto de genes/proteínas responsable de la regulación embrionaria de la diferenciación de distintos tejidos y órganos (que constituyen los llamados *homeoboxes*) y que, forzosamente, tuvieron que aparecer en aquel período. Se ha podido comprobar, por ejemplo, que los *homeoboxes* que coordinan la aparición de las alas de los mamíferos, aves e insectos están formados por las mismas secuencias de ADN. Sólo se diferencian en el número de duplicaciones. Y lo mismo ocurre para los ojos, extremidades, tubo digestivo... También se ha podido comprobar (Morata, 2000) que “transplantando” los genes que controlan el ojo de ratón, y “activándolos” en diversos puntos del embrión de la mosca del vinagre, se formaban ojos de mosca (que para colmo, son ojos compuestos, muy diferentes a los de mamífero). Una vez más, la misma secuencia genética en un medio celular diferente, se expresa de modo distinto. Según García Bellido *sintagmas completos, en un número creciente de casos, están conservados desde el origen*. Es decir, que la evolución de los organismos y las estructuras biológicas no ha sido, ni mucho menos, mediante “mutaciones” aleatorias fijadas por la selección natural. De hecho, García Bellido lo expresa claramente: *Las mutaciones clásicas en los genes que codifican para proteínas han debido ser de escasa relevancia para la evolución morfológica* (García Bellido, 1999). Sin embargo, no podemos olvidarnos de la reverencia al darwinismo: *Así se inició una competición morfológica y de comportamiento entre organismos, elaboraciones que han continuado y diversificado (sic) desde entonces*.

Como se puede ver, aunque los descubrimientos “reales”, los datos, nos indican que la competencia y la selección no han podido tener nada que ver en la formación de estos sistemas “*conservados desde el origen*” tiene que existir, forzosamente, una competencia que suponemos que fue “después”.

Y la competencia se busca donde haga falta. En la sutil proliferación embrionaria de las

células que forman las alas de la mosca *Drosophyla* existe, al parecer, un proceso llamado “*competición celular*”, que “*elimina*” las células que proliferan lentamente (Moreno et al., 2002) (y se supone que las alas son consecuencia de esta competición). Incluso el centrómero, un orgánulo celular que contiene ADN formado por “*secuencias repetidas en tándem*” y que es el responsable de la separación exacta de las dos hebras de los cromosomas en la división celular no es, en realidad, una muestra más de eficacia y coordinación de los procesos celulares, sino “*ADN egoísta*” (Menikoff y Malik, 2002) y “*la competición darwiniana entre centrómeros oponentes aporta un mecanismo molecular general para la evolución del centrómero...*”.

En suma, visto desde una “*mentalidad biológica exterior al paradigma*” resulta una desalentadora sensación de que el “*adiestramiento*” (Feyerhabend, 1989) en el *modo de ver* darwinista, impide la comprensión de lo que tenemos delante de los ojos. Y no parece que este problema tenga fácil solución. No sólo es una visión reforzada por el modelo social del “*libre mercado*” y la “*libre competencia*” que se ha impuesto en todos los ámbitos de la vida en la llamada “*civilización occidental*”, sino que ya ha sido “*científicamente demostrado*” nada menos que mediante programas de ordenador. Leamos: *Los organismos digitales, esencialmente programas de ordenador que obedecen las leyes de mutación y selección natural, pueden ser usados para investigar las relaciones entre los procesos básicos de evolución* (Wilkie et al., 2001). Es decir, si se programa una secuencia para que “*obedezca*” las “*leyes*” de la mutación y la selección natural, las obedecerá. Pero difícilmente se podrá programar el funcionamiento de una simple célula con sus cientos de miles de moléculas interactuando y contribuyendo a su funcionamiento. Sencillamente, porque actualmente, lo desconocemos.

La consecuencia de todo esto es una Biología con una gran cantidad de informaciones inconexas sin una base teórica capaz de unificarlas y dar sentido científico a estos conocimientos. Simplemente, se mantienen las interpretaciones basadas en la competición. Y mientras en las universidades se enseña la evolución como “*un cambio gradual en las frecuencias génicas*”, en sus propios laboratorios se observa que los procesos implicados en la evolución morfológica nos dicen exactamente lo contrario. Pero el darwinismo subsiste, en forma de auténtica creencia, en muchos casos con carácter integrista, en la que el azar y la competencia son los dogmas intocables. Pero además, son “*conceptos científicos*”: Entre la ordalía de opiniones personales en que se ha convertido la base teórica de la Biología, se pueden leer sentencias como esta, aportada por Lynn Margulis, una de los principales contribuyentes a la teoría del “*origen endosimbionte*” de las células eucariotas: *La variación en la evolución no viene de la selección natural / .../ Estamos de acuerdo con Darwin en casi todo, excepto en de donde vienen las variaciones; pero no estamos de acuerdo con sus seguidores, que han corrompido la teoría (?) / ... / la cooperación y la colaboración* (derivación lógica de sus descubrimientos) *son términos sociales* (El País, 12-5-2002). Es decir, son inutilizables y desechables frente a los términos “*competencia*” y “*más apto*” (más adecuado) que son conceptos realmente “*científicos*”. Porque éste es el más grave daño que ha provocado el darwinismo: el convertir unos prejuicios culturales en conceptos científicos. Y el daño de esta visión deformada de la realidad no se ha limitado al ámbito científico.

## 6.- EL PENSAMIENTO DARWINISTA: TEORÍA Y PRÁCTICA

El darwinismo parece haber vuelto a sus raíces de justificación teórica del “*statu quo*” social, aunque, en realidad, nunca se alejó mucho. A lo largo de los últimos 150 años, el vocabulario de la Biología sólo se ha diferenciado del lenguaje de la economía de mercado en los sujetos (banquero, empresa o bolsa, por individuo, especie o ecosistema, por ejemplo), porque los procesos y las reglas (“*leyes*”) que los rigen son prácticamente indistinguibles: las estrategias adaptativas, el coste-beneficio, la explotación de recursos, la competitividad, la eficacia de un comportamiento, o su rentabilidad, incluso las carreras armamentísticas (y muchos otros) se han llevado hasta los más recónditos procesos bioquímicos. De hecho, incluso en las secciones de periódicos relacionadas con



la economía se puede leer: *El mejor libro de negocios que se ha escrito es "El Origen de las Especies"...* ("Digital Darwinism" en el País Negocios). Porque, en lo más profundo del Darwinismo, con sus inamovibles principios, lo que subyace en realidad no es el intento de estudiar o comprender la Naturaleza, sino el espíritu que guiaba las argumentaciones de Malthus, Spencer y el mismo Darwin: la justificación de las diferencias sociales y entre países colonizadores y colonizados (o "civilizados" y "atrasados"). Y esto explica la magnífica acogida de los libros "científicos" encaminados en esta dirección, su gran difusión y el gran prestigio que adquieren sus autores. Por ejemplo, uno de los mayores éxitos editoriales de un libro que, supuestamente, era estrictamente científico fue el de "Sociobiología: La Nueva Síntesis" del entomólogo estadounidense E.O. Wilson. Cuando se publicó por primera vez, en 1975, el despliegue de medios de comunicación fue impresionante: se le concedieron entrevistas en distintas cadenas de televisión y en revistas entre las que figuraban "People", "The New York Times Sunday Magazine", e incluso "House and Garden". La tesis fundamental que mantiene Wilson es que el comportamiento social humano es sólo un ejemplo especial de categorías más generales de comportamiento y organización social del Reino animal. En consecuencia, tanto los comportamientos individuales, como los de grupo, (léase pueblos o "razas"), han evolucionado como resultado de la selección natural. Entre las características humanas resultantes del proceso de selección natural figuran, según él, la agresividad, la competición, la división del trabajo, el núcleo familiar, el individualismo y la defensa del territorio nacional. Si tenemos en cuenta cual es el país que sobresale en estas virtudes sobre cualquier otro del planeta, no parece necesario un análisis en profundidad de estos argumentos "científicos".

Pero, sin duda, el caso más nefasto por lo profundamente que ha calado en el ámbito científico es el protagonizado por el zoólogo inglés Richard Dawkins. Como él mismo escribe en el prefacio a una de sus múltiples reediciones (en este caso a la de 1989): *En la decena de años transcurridos desde la publicación de "El gen egoísta", su mensaje central se ha transformado en ortodoxia en los libros de texto. / ... / La teoría del gen egoísta es la teoría de Darwin, expresada de una manera que Darwin no eligió pero que me gustaría pensar que él habría aprobado y le habría encantado.* La tesis central de "El Gen Egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta" es que los seres vivos somos, simplemente, "máquinas de supervivencia" construidas por los genes que son la "unidad de evolución", y que compiten por alcanzar la supremacía sobre los otros genes. Según Dawkins *Toda máquina de supervivencia es para otra máquina de supervivencia un obstáculo que vencer o una fuente que explotar.* Su "entrañable" visión de la vida la resume así: *.. pienso que la naturaleza en estado puro, la naturaleza "roja en uñas y dientes", resume admirablemente nuestra comprensión moderna de la selección natural.*

El problema de su visión es que sus bases científicas son inexistentes. Rizando el rizo del darwinismo original, cuyas bases conceptuales eran claramente las creencias o la visión de la vida de una clase social concreta, y los procesos evolutivos eran explicados mediante la simplista extrapolación de las actividades de los ganaderos y horticultores, pero que, al menos, eran hechos existentes, en este caso, los fenómenos biológicos que invoca son una absoluta invención. Comenzando por su "definición" del protagonista activo de su historia, "el gen", nos encontramos con una tautología y una simplificación no ya absolutamente descalificada por los datos actuales, sino absurda en el momento en que la formuló: *Un gen se define como una porción de material cromosómico que, potencialmente, permanece durante infinitas generaciones para servir como una unidad de selección natural.* Desde su punto de vista, un automóvil de competición podría definirse como "una porción de material metálico que potencialmente dura lo suficiente para servir como una

unidad de competición en un circuito”. En cuanto al origen y las características del material cromosómico, el “ADN egoísta”, no son menos fantasiosos: *En algún punto, una molécula especialmente notable se formó por accidente. La denominaremos el replicador. No tuvo que ser, necesariamente, la más grande o la más compleja de todas las moléculas, pero tenía la extraordinaria propiedad de poder crear copias de sí misma / ... / tan pronto como nació el replicador; sin duda esparció rápidamente sus copias a través de los mares hasta que las moléculas más pequeñas, cuya función era la de ser componentes, se convirtieron en un recurso escaso y otras moléculas más grandes no pudieron formarse sino muy rara vez /... / Pero cuando los replicadores llegaron a ser numerosos, estos componentes debieron de ser utilizados en una proporción tan elevada que se convirtieron en un recurso escaso y precioso. Las diferentes variedades o especies de replicadores debieron de competir por ellos. / ... / Hubo una lucha por la existencia entre las distintas variedades de replicadores / ... / Los replicadores que sobrevivieron fueron aquellos que crearon máquinas de supervivencia para vivir en ellas. Las primeras máquinas de supervivencia consistían, probablemente, nada más que en una capa protectora. Pero ganarse la vida se hizo cada vez más duro a medida que surgían nuevos rivales con mejores y más efectivas máquinas de supervivencia.*

Además de que, como hemos visto, no existen en la Naturaleza “moléculas autorreplicantes”, los argumentos de su “explicación” de cómo apareció la vida no son mucho más científicos: *sin duda esparció..., una molécula especialmente notable..., por accidente..., probablemente...*

En definitiva, da la impresión de que las especulaciones de Dawkins no reflejan un intento de comprensión muy profunda de los fenómenos naturales. Porque no existen en la Naturaleza estos entes autorreplicantes y competitivos, pero lo que sí existen son personas (claramente, una de ellas R. Dawkins) que tienen una concepción muy clara de cómo es realmente la sociedad humana y cual es el verdadero mensaje de su obra: *El planteamiento de este libro es que nosotros, al igual que todos los demás animales, somos máquinas creadas por nuestros genes. De la misma manera que los prósperos gangsters de Chicago, nuestros genes han sobrevivido, en algunos casos durante millones de años, en un mundo altamente competitivo. Esto nos autoriza a suponer ciertas cualidades en nuestros genes. Argumentaré que una cualidad predominante que podemos esperar que se encuentre en un gen próspero será el egoísmo despiadado. Esta cualidad egoísta en el gen dará, normalmente, origen al egoísmo en el comportamiento humano. Sin embargo, como podremos apreciar, hay circunstancias especiales en las cuales los genes pueden alcanzar mejor sus objetivos egoístas fomentando una forma limitada de altruismo al nivel de los animales individuales. “Especiales” y “limitadas” son palabras importantes en la última frase. Por mucho que deseemos creer de otra manera, el amor universal y el bienestar de las especies consideradas en su conjunto son conceptos que, simplemente, carecen de sentido en cuanto a la evolución.*

La consecuencia, realmente dramática, del enorme éxito editorial de Dawkins, es que sus argumentos se valoran, muy especialmente por los jóvenes biólogos, convencidos de la “objetividad” de la ciencia, como conceptos científicos descarnados y sin concesiones a la sensiblería ni a valores morales. Y, dentro de esta ingenua concepción, Dawkins les resulta muy convincente cuando afirma: *No estoy defendiendo una moralidad basada en la evolución. Estoy diciendo cómo han evolucionado las cosas.* Y su seguridad de la posesión de la verdad, le permite pontificar sobre el más complejo y más antidarwinista de los fenómenos naturales: la evolución cultural. Su invento más peregrino: *los memes*, son los nuevos replicadores y unidades de transmisión cultural, que evolucionan por selección natural, al ser transmitidos con errores: *Cuando aseguramos que hoy en día todos los biólogos creen en la teoría de Darwin, no queremos decir con ello que todos los biólogos tienen, grabada en sus cerebros, una copia idéntica de las palabras exactas del propio Charles Darwin. Cada individuo tiene su propia forma de interpretar las ideas de Darwin. Probablemente las aprendió basándose no en los propios escritos de Darwin, sino en otros autores más recientes* (esto último parece una pequeña traición del subconsciente). Al parecer existen *memes* para todas las actividades y comportamientos humanos; para la música, las

creencias, la forma de vestir: *Por la imitación, considerada en su sentido más amplio es como los memes pueden crear copias de sí mismos.* Por ejemplo, *El meme para el celibato es transmitido por los sacerdotes a los muchachos jóvenes que aún no han decidido lo que van a hacer en su vida.*

El éxito de estos despropósitos ha llevado a la creación de toda una disciplina científica que se denomina “*Teoría General de los Memes*”. El problema surge a la hora de buscar una denominación para sus “especialistas”.

Sin embargo, a pesar de lo absurdas que resultan estas argumentaciones para cualquier persona, no ya con conocimientos históricos, etnográficos o sociológicos, sino con un mínimo nivel cultural y la capacidad de hacer uso de un elemental sentido común, el auge que han obtenido entre los darwinistas más radicales (que, sin exagerar, se pueden considerar los dominantes en la Biología actual) ha sido creciente desde la primera edición, en 1976, del “*Gen egoísta*”: “*Culture and Evolutionary Process*” (Boyd y Richardson, 1985), “*Darwin machines and the Nature of Knowledge*” (Plotkin, 1993), “*Darwin dangerous Idea*” (Dennett, 1995), y muy especialmente, “*Darwinizing Culture: The story of Memetics as a Science*” (Anger, 2001) se están constituyendo en la “base científica” de la justificación de la actual situación política y económica mundial.

Naturalmente, este proceso viene acompañado de un apoyo “oficial” mediático inversamente proporcional al que suscitan las actitudes críticas con este fenómeno. Por ejemplo, Michael Ruse, el más prestigioso, promocionado y leído historiador de “la” Biología evolutiva, (según él), pero más exactamente del darwinismo, extiende las críticas que, desde las ciencias sociales se hacen a estas extrapolaciones dogmáticas del darwinismo, a críticas a “la” evolución como hecho, y en su publicitado libro “*El misterio de los misterios: ¿es la evolución una construcción social?*”, lanza furibundos ataques a los *catedráticos y rectores de las facultades de humanidades y ciencias sociales* acusándoles de *una oposición a la ciencia basado en el prejuicio, el miedo y, sobre todo, en una absoluta ignorancia.* Este desprecio por los “ignorantes” se justifica cuando, entre la brillante panoplia de ejemplos de documentación objetiva que encontramos en su libro (muy divertida la consagración del abuelo de Darwin como el verdadero científico “precursor” del evolucionismo), inicia el apartado de “*La ciencia de Darwin*” con estas palabras: *Darwin empezó su carrera científica como geólogo...*

Los guardianes oficiales del darwinismo son tan implacables con cualquier actitud no ya crítica, sino dudosa, entre los biólogos, como elogiosos con los más dogmáticos (o “integristas”). En “*El fin de la ciencia*” (1998) John Horgan, redactor de la revista “*Scientific American*”, sostiene la tesis de que la investigación en Biología está llegando a su fin, precisamente por el éxito de la teoría darwinista de la que afirma que *No solo es bella, sino, además, verdadera.* Según Gunter Stent, presidente del departamento de neurobiología de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, entrevistado en su libro: *Los biólogos, sólo tenían tres cuestiones de gran calado que explorar; a saber, cómo empezó la vida, cómo una única célula fertilizada se desarrolla hasta convertirse en un organismo multicelular y cómo el sistema nervioso central procesa la información.* ( Es decir, sólo quedan “minucias” por conocer). *Cuando se alcancen estas metas, decía Stent, la tarea fundamental de la Biología, de la Biología pura, habrá concluido. / .../ La biología evolutiva, en particular, había concluido con la publicación, por parte de Charles Darwin,*

de *El origen de las especies*.

Y, a los poseedores de “la verdad” lo que más les irrita no son las otras posibles verdades, que no merecen ni un segundo de su consideración, sino las dudas razonadas sobre la propia. Así es como Horgan trata en su libro al recientemente fallecido S. J. Gould, el más brillante (y crítico, dentro de la ortodoxia) teórico evolucionista de los últimos años autor, junto con Niles Eldredge, de la “*Teoría del equilibrio puntuado*”: *La gran pesadilla de Gould es su falta de originalidad. Darwin vaticinó el concepto básico del equilibrio puntuado en “Sobre el origen de las especies”... (Aquí conviene señalar que, como hemos visto, en el libro de Darwin se pueden encontrar especulaciones tan variadas, confusas y contradictorias, que los darwinistas pueden encontrar antecedentes para cualquier versión de la evolución). Pero su falta de originalidad tiene una explicación: La clave para entender a Gould puede que no sea su supuesto marxismo, o liberalismo, o antiautoritarismo, sino su miedo al potencial punto final de su campo de investigación. La aversión por los científicos con espíritu crítico llega a extremos realmente esperpénticos: Gould desarma a cualquiera con su aspecto ordinario: bajito y regordete, de cara rechoncha, nariz chata y pequeña y bigote a lo Charlot, especialmente, si comparamos esta descripción con la del abanderado de “la Naturaleza roja en dientes y garras”: La primera vez que vi a Dawkins fue con motivo de un encuentro organizado por su agente literario en Manhattan. Es un hombre de una belleza glacial, ojos de ave rapaz, nariz puntiaguda y mejillas incongruentemente sonrosadas. Llevaba lo que me pareció un traje caro, hecho a medida. Cuando extendía sus manos surcadas de venas para rematar una idea, éstas temblaban ligeramente. Era el temblor, no de un hombre nervioso, sino de un competidor perfectamente adiestrado – y con espíritu ganador – para la guerra de las ideas: del galgo de Darwin. No será necesario aclarar que para Horgan Dawkins se expresa con absoluta claridad, tanta que no deja espacio alguno para el misterio, el significado, la finalidad ni para las grandes revelaciones científicas, fuera de las que Darwin nos hizo.*

La sensación de opresión dogmática y de práctica imposibilidad de combatir o, al menos, debatir públicamente estas descripciones “objetivas” del estado actual de la teoría de la evolución, que se pueden calificar de auténticas supercherías, se acrecienta cuando, en los medios de comunicación, nos encontramos con glosas – promociones como éstas, transmitidas al público por los especialistas en la materia: (El País, 22-5-2002): *Vivimos un momento muy favorable para la evolución. Ensayos como los de Michael Ruse, Juan Luis Arsuaga, o Camilo José Cela Conde y Francisco J. Ayala, plantean aproximaciones al tema desde perspectivas tan diversas como la paleontología y el urbanismo. Es decir, “una amplia gama de perspectivas”. Sin embargo, difícilmente se podrán encontrar (salvo como objeto de crítica, a veces feroz) autores como M. Behe (La caja negra de Darwin, 1999), N. Eldredge (Síntesis inacabada, 1997), B. Goodwin (Las manchas del leopardo, 1999), ó R. Chauvin (Darwinismo. El fin de un mito, 2000).*

Pero los dictámenes de la autoridades científicas no son mas proclives a la “duda inteligente”. Con motivo de la muerte de Gould, se publicó, también en El País (22-5-2002), la “elegía” de John Maynard Smith, uno de los máximos representantes actuales de la ortodoxia: ... *Gould incurrió en la herejía de publicar un artículo técnico titulado “¿Está emergiendo una nueva*

*teoría general de la evolución?”, que constituía nada menos que una revisión científica de la sagrada teoría de Darwin. Y la jerarquía evolucionista no le perdonó jamás. Para Maynard Smith, Gould ocupa una posición bastante curiosa. Dada la excelencia de sus artículos divulgativos, ha acabado siendo considerado por los no biólogos como el teórico evolucionista más destacado. Por el contrario, los biólogos evolucionistas con quienes he hablado de su obra tienden a verle como un hombre cuyas ideas son tan confusas que apenas merece la pena preocuparse por ellas. Lo cual es perfectamente comprensible. Para un colega que cree que el “experimento” de la polilla del abedul es un ejemplo de la evolución de los organismos, una frase de Gould como *Es demasiado difícil inventar una secuencia razonable de formas intermedias (es decir, de organismos viables y funcionales) entre antecesores y descendientes en transiciones estructurales cardinales*, debe resultar tan indescifrable como un texto de escritura cuneiforme.*

Y es que la duda “no vende”. Los sabios son los que conocen “La Verdad”, los que están convencidos de que *Darwin nos dijo ya básicamente todo lo que sabemos y necesitamos saber sobre la vida*. Un ejemplo: Uno de los tópicos más repetidos por los darwinistas, con un aire de suficiencia que produce la impresión de estar emitido desde el Olimpo de la sabiduría, es *El ojo es una chapuza de la evolución. Hoy día se podría diseñar mejor*. Sin duda, esta seguridad impresiona a la audiencia, pero quizás se olvidan explicarla que, en el momento actual, la ciencia es incapaz, no ya de diseñar una sola de las células que forman el ojo, sino tan siquiera de comprender su funcionamiento.

Pero eso no parece tener importancia. Se han inventado una Naturaleza muy fácil de entender, porque en la forma de razonar en que están “adiestrados” (Feyerhabend, 89) no hay necesidad de reflexionar sobre cómo se pueden producir estos fenómenos de tal complejidad (Para el “filósofo” M. Ruse *Eso de la complejidad es una tontería*). Simplemente, las células, los ojos, las conexiones neuronales, la organización de los campos visuales del cerebro,... “aparecen”, “por partes”, “al azar” y lo que realmente importa es que la selección natural elige a lo que, naturalmente, por casualidad, funciona mejor. ¡Ya está entendido! *Un Universo indiferente, sí, pero ya nunca más incomprensible desde que Darwin, sobre las tinieblas de la ignorancia, arrojara luz, mucha luz. El descubrimiento de la verdad nos hizo, al fin, libres* (Arsuaga, 2001).

El problema de mayor gravedad que de deriva de ésta concepción no es sólo la deformación de los fenómenos biológicos, por lo que implica de auténtico bloqueo para la profundización en el conocimiento. Lo realmente peligroso (ya comprobado históricamente) son las aplicaciones prácticas de esta doctrina, tanto en lo que respecta a las “explicaciones” de la condición humana y de la sociedad, como a las interferencias y manipulaciones de los procesos naturales, ya que el “conocimiento” de que la Naturaleza es un ente indiferente regido por el azar, nos concede la libertad de controlarla a nuestro antojo.

En el aspecto social, parece deducirse que las cosas son como son porque funcionan según las Leyes de la Naturaleza, que, curiosamente, son las mismas que “descubrieron” los padres fundadores de la economía moderna: El comportamiento altruista es, en la Naturaleza, *algo que es sencillamente incompatible con la selección natural operando en el nivel del individuo, que es la única forma de selección que admite el neodarwinismo* (Arsuaga, 2001). Lo cierto es que en la Naturaleza (por no hablar de las sociedades humanas) se pueden observar comportamientos razonablemente calificables de altruistas o cooperativos. Pero para el darwinismo no resultan creíbles: *En el caso de que los individuos estén genéticamente emparentados la explicación es la “selección familiar” es decir ayudas a mantener tus propios genes*. Pero entre los individuos no consanguíneos, cuando un individuo arriesga su vida con una llamada de alarma para que otros escapen, o avisa de la existencia de alimento *el problema es mucho más complejo y plantea un verdadero reto al neodarwinismo, porque la selección familiar no puede actuar cuando los individuos no están muy relacionados genéticamente... Pero John Maynard Smith ha ofrecido una explicación que se basa en la teoría matemática de juegos / ... / Un conocido ejemplo es el llamado “dilema del prisionero”: dos acusados de haber cometido un robo juntos, son aislados en celdas separadas y obligados a confesar sin que uno sepa lo que hace el otro / ... / Paradójicamente, si*

*cooperan los dos ladrones (y ninguno confiesa) les va mejor que si los dos confiesan (y no cooperan entre sí) /... / La cooperación puede, como se ha visto, **resultar rentable** aunque los individuos no sean **por naturaleza** altruistas ( Arsuaga, 2001) (El subrayado es mío).*

Lo dramático de la situación es que, aunque sinceramente, creen que lo que lo que nos están transmitiendo son hechos científicos objetivos, sus explicaciones de la realidad son interpretaciones que les han inculcado en su formación, pero que están muy lejos de estar “científicamente demostradas”. Desde el punto de vista científico, no existe un comportamiento humano dictado *por naturaleza*, es decir, “programado” en nuestros genes (Lewontin et al, 87). A lo largo de nuestra historia han existido, (y existen) culturas, sociedades, modos de vida e individuos en los que la cooperación realmente solidaria es norma común, y no parece muy científico calificar a esos individuos de “mutantes”. En el comportamiento humano, el aprendizaje (desde períodos sorprendentemente tempranos de la vida), es la parte fundamental, y un claro ejemplo de esto lo constituyen los darwinistas, que sólo ven lo que les han enseñado a ver.

Pero la proyección a la sociedad, tan ampliamente apoyada desde los medio de comunicación, de estas “verdades científicas”, más o menos sutilmente disfrazadas de “políticamente correctas” están calando profundamente en la población, de forma que frases como “lo lleva en los genes” o “los africanos (o cualquier otro grupo) son genéticamente de tal forma” son parte habitual del vocabulario coloquial, con lo que estamos asistiendo a lo que puede derivar en un fenómeno que tuvo (por el momento) su máxima expresión y sus más terribles consecuencias durante la primera mitad del siglo XX: El determinismo genético como excusa supuestamente científica para la opresión e incluso el exterminio de los grupos “inferiores”. La concepción darwinista de la naturaleza humana, junto con la simplificación mendeliana de que cada carácter era el resultado de la actividad o el control de “un gen”, condujo, en los países “civilizados” a atribuir a la herencia genética la responsabilidad de todo tipo de circunstancias, y condiciones humanas; desde las jerarquías sociales hasta los comportamientos inadaptados, desde la inteligencia hasta la peligrosidad social. Las actuaciones que, como resultado de estas ideas, llevaron a cabo las autoridades políticas sobre la sociedad, nos las narra Michael Rose (1999), un entusiasta darwinista, que no tiene inconveniente en exponer algunos *efectos lamentables* del darwinismo: *La mayoría de los biólogos evolucionistas (a lo que se refiere es a los darwinistas, únicos evolucionistas posibles) no quieren ni pensar sobre el grado en el que el Darwinismo contribuyó al desarrollo de ideas racistas en el mundo moderno. /... / La idea de evolución por modificación gradual llevó a muchos líderes culturales y políticos a caracterizar a los grupos despreciados en términos de su supuesto origen racial. /... / Añadida a esta idea fue la de la competición, en la que las razas superiores pudieron vencer – posiblemente eliminar - a otras razas.* Efectivamente, las aplicaciones prácticas de éstas ideas fueron terribles: *En Estados Unidos durante la primera mitad del siglo XX, la eugenesia alcanzó un alto grado de influencia entre científicos y administradores gubernamentales en el mundo angloparlante. Un moderado número de leyes y directivas burocráticas tomaron un sesgo eugenésico, si no una razón explícitamente eugenésica.* Ciertamente, en 1930 las Leyes Eugenésicas se habían extendido a treinta y un estados norteamericanos. Según cifras oficiales, en pocos años fueron esterilizadas más de setenta mil personas. (Una práctica que todavía se aplica en algunos estados). Los motivos, según esas Leyes, eran las consideraciones de que características como *la delincuencia, el alcoholismo* (al parecer, sólo en los pobres), *debilidad mental, epilepsia y otros defectos como lunáticos, perversos sexuales y morales, enfermos morbosos y personas degeneradas,* eran hereditarios. (Woodward, 82).

Pero su culminación tuvo lugar con la implantación en Alemania de las leyes eugenésicas norteamericanas mediante la “*Ley de sanidad genética*”. Según Rose: *Aunque la eugenesia logró triunfos legislativos en Estados Unidos, fueron los alemanes los que tomaron la eugenesia con mayor entusiasmo.* Es más: *La edición de 1937 del manual de joven Hitler estaba llena de teoría darwinista y de genética y como tal ciencia fue tomada como justificación para el exterminio de los judíos.*

Lo que resulta realmente sorprendente es, hasta qué punto ha de llegar la fe darwinista para

que, incluso “creyentes” informados como Rose, justifiquen lo injustificable en aras de La Verdad: *El darwinismo probablemente contribuyó al ascenso del racismo a finales del siglo XIX y, por tanto, ayudó a fomentar en general el racismo del siglo XX. El darwinismo fue usado también para exacerbar el desprecio por los pobres en el siglo XIX. Considerado todo ello, el darwinismo ha tenido muchos efectos lamentables y, a veces, actualmente viciosos en el clima social del mundo moderno. Es comprensible que tantos odien a Darwin y el darwinismo. A diferencia de tantas doctrinas, religiosas e ideológicas, no es, ciertamente, un opio intelectual. Como consecuencia: nadie puede hacer un juicio al darwinismo basado en higiene moral. Pero, al parecer, existe otra justificación que, esta sí, es indiscutible, y es (casualmente) la económica: En lo que concierne a los beneficios prácticos del darwinismo el caso es casi el opuesto. El pensamiento darwinista es esencial en el cruce del ganado, agronomía y similares. La agricultura moderna depende del darwinismo como una de sus mas importantes piedras fundadoras. Estamos sólo empezando a ver el uso de metodologías darwinistas en medicina, ingeniería genética y campos asociados. Pero es seguro que más de sus aplicaciones llegarán.*

## 7.- LA “VERDAD” NOS HARÁ HUMILDES

A lo que Rose se refiere es a la “ganadería industrial” y a la “revolución verde”, el inicio de uno de los mayores desastres ecológicos y sociales a que se va a enfrentar la Humanidad, (Capra, 1985) pero que puede llegar a proporciones inimaginables gracias al *uso de metodologías darwinianas en medicina, ingeniería genética y campos asociados.*

La llamada “revolución verde” fue, posiblemente, el primer exponente a gran escala de la estrecha y profunda relación entre las bases conceptuales del darwinismo y el modelo económico de Adam Smith, y de la similitud de sus consecuencias . Financiada por la *Fundación Rockefeller* y el *Banco Mundial*, e impulsada, a partir de los años 50 por Norman Borlaug (que recibió por ello el Premio Nobel de la Paz en 1970) y basada científicamente en el reduccionismo darwinista, consistió, esencialmente, en el uso de semillas seleccionadas de alto rendimiento, no importa cuales fueran las condiciones ambientales del terreno, y grandes cantidades de abonos químicos y pesticidas. Aunque, inicialmente se apreció un descenso en la proporción de personas desnutridas en el Tercer Mundo, que se estimó en un 16%, y fue el logro que justificó el Nobel para Borlaug, pronto, los efectos del libre mercado y del reduccionismo científico se hicieron patentes. El alto precio de las semillas mejoradas, de los fertilizantes y los pesticidas hizo que muchas pequeñas explotaciones no pudieran competir con los grandes propietarios. Sólo en Estados Unidos, el número de granjas se ha reducido a un tercio y la mayoría de las que hay son grandes empresas mecanizadas, en gran parte, propiedad de multinacionales de la alimentación. Los efectos fueron aún más desastrosos en el Tercer Mundo, en el que la concentración de la tierra en pocas manos ya era considerable, pero, además, aumentaron los precios por el alto costo en productos químicos y maquinaria.

Pero, en la economía de libre mercado, producción no equivale a acceso a los alimentos. La escasez de “demanda efectiva” en los países pobres hizo que, por ejemplo en la India, se acumularan enormes producciones de cereales que se pudrían en los graneros (en los países ricos y, a veces, en los no tan ricos, se llega a destruir alimentos para que no bajen los precios). Y en la mayoría de los países del Tercer Mundo (por ejemplo, Etiopía) los cultivos de cereales se venden en su mayoría a los países ricos como alimento para ganado (el 36% del cereal mundial se destina a la alimentación de ganado, según el Informe de la FAO, 2002). Mientras, sus ciudadanos se mueren de hambre, y el verdadero beneficio ha sido para la industria química y de maquinaria, grandes impulsoras de este tipo de agricultura.

Sin embargo esto es sólo un aspecto del problema: la producción comenzó a disminuir en muchas partes y aumentaron las plagas. Como solución, tuvo que aumentarse de forma continua el uso de fertilizantes y plaguicidas. Y esto, para lograr, con suerte, los mismos resultados, porque los

abonos químicos destruyen la fertilidad natural del suelo, en la que las bacterias y los hongos tienen un papel fundamental, y además, los plaguicidas “generan” plagas cada vez más resistentes. Con el tiempo, la tierra acaba por perder su capa orgánica. En los últimos 30 años el incremento en la cantidad de fertilizantes para el arroz asiático fue de tres a cuarenta veces más rápido que el de las cosechas de arroz. En la India, la cantidad de producción agrícola por tonelada de fertilizante disminuyó en dos tercios durante los años de la Revolución Verde. Por el momento, el 6% de sus tierras se ha vuelto inutilizable. Pero el problema no es sólo para los países pobres: en el estado de Iowa estas prácticas han hecho desaparecer, en los últimos treinta años, la mitad del mantillo de sus terrenos de cultivo.

En cuanto a la ganadería de producción intensiva, la concepción “científica” y las consecuencias son semejantes: La competencia de grandes instalaciones ha arruinado a millones de pequeños ganaderos en todo el Mundo. La utilización de razas muy seleccionadas de “alta producción” ha hecho desaparecer variedades de ganado que estaban perfectamente adaptadas a sus tierras y a sus climas. Las razas seleccionadas, muy endogámicas, son más susceptibles a enfermedades, y más aún por las condiciones de hacinamiento en que se las cría, y se ha tenido que abusar del uso de antibióticos; primero, para protegerlas de enfermedades, pero posteriormente para acelerar su engorde (lo que ocurre por motivos aún desconocidos). Con el consumo de esta carne se está acelerando un grave problema causado por el (reduccionista) uso excesivo de antibióticos: el aumento de la resistencia de las bacterias “patogenizadas” a estos fármacos (Corpet, D. 1999). A esto, habría que añadir los brotes esporádicos de variadas y desconcertantes enfermedades en los animales de crianza “intensiva”, resultado de sus condiciones antinaturales de vida y de la avidez de beneficios.

Pero las repercusiones de esta forma de producción en la disponibilidad de alimentos en el Mundo son, si cabe, más vergonzosas que las de los cereales. Para que un novillo “de engorde” gane alrededor de medio kilo hacen falta más de cuatro kilos de pienso, de los que sólo el 11% es utilizado para “producir” carne. Cuando un novillo se lleva al matadero ha consumido unos 1.200 kilos de cereales. Actualmente, más del 70% de los cereales producidos en Estados Unidos se destina a la alimentación de ganado, la mayoría vacuno. Mientras, dos tercios de la Humanidad permanecen en un estado que va desde una alimentación precaria hasta el hambre crónica, de la que mueren cada año 20 millones de personas (Informe FAO, 2002), y en el “Primer Mundo” millones de “consumidores” fallecen por enfermedades relacionadas con el exceso de alimentación cárnica (enfermedades coronarias, infartos, diabetes y cáncer), y más de la mitad de la población adulta de los países ricos (en Estados Unidos el 61%) “padecen” sobrepeso. Y las cifras de obesos crecen rápidamente entre las minorías adineradas de los países pobres. Según el informe de la FAO del 2002: *Si todos los alimentos del Mundo fueran repartidos equitativamente, habrían muchos para todos e incluso sobrarían; en realidad, el Mundo actual produce un 10% más de alimentos de lo necesario para alimentar a todos.*

Y, como afirma Rose, *el pensamiento darwinista ha sido esencial* en este proceso. Pero no sólo por sus “aportaciones científicas”, sino por su inevitable traducción al ámbito social y económico. Porque “la mano invisible” que gobierna el Mercado es la misma que dirige esa entidad trascendente que es la selección natural: una competencia implacable en la que “el mejor” debe vencer, y los incompetentes e incapacitados son excluidos del premio, ya sea éste el éxito o la simple supervivencia. Y, por mucho que sus terribles consecuencias para la mayor parte de la Humanidad sean evidentes, su camino es imparable porque son “Leyes Naturales”. Según Paul A. Samuelson, Premio Nobel de Economía en 1970 (¡un buen año!), *autor del manual de economía mas vendido de la Historia, que le ha hecho extraordinariamente rico* ( Web eumed.net) y de gran influencia en economistas y políticos, *El mercado es una evolución necesaria de la naturaleza humana y sólo el mercado rige de forma eficiente la división social del trabajo en las sociedades modernas. Las Leyes Naturales del mercado, para Milton Friedman, regulan la vida de la sociedad y el comportamiento de los individuos. Todas las relaciones sociales pueden ser reducidas a la “Ley” de la oferta y la demanda, que se rige por la “libre competencia” y la exclusión de los*



*incompetentes e incapaces redundará, a largo plazo, en beneficio de la especie.*

## **8.- UNA NUEVA SOCIEDAD PARA UNA NUEVA BIOLOGÍA**

Cada día resulta más evidente que, si es que en la Naturaleza existe algo que se pueda denominar “Leyes”, son muy diferentes a los rancios e hipócritas principios que impregnan “la supervivencia del más apto”, y nos hacen tomar conciencia de lo lejos que estamos de poder controlar la Naturaleza. Porque, casi diariamente, están apareciendo nuevas evidencias de que los fenómenos vitales, desde el nivel celular hasta el ecosistémico, incluido el que constituye la Biosfera, están constituidos por un complejísimo entramado de relaciones que interconectan a todos sus componentes, tanto bióticos como abióticos, que contribuyen a su funcionamiento, y en la que todos sus componentes son tan interdependientes como necesarios.

Incluso las bacterias y los virus, considerados por los darwinistas *nuestros peores competidores*, se han revelado como una parte fundamental de los procesos naturales. Las bacterias no sólo fueron, como se ha visto, las responsables de la formación de nuestros componentes celulares (Doolittle, 2000; Gupta, 2000; Margulis, 95 ), sino también de la creación de las condiciones que hicieron posible la vida tal como la conocemos (Margulis, 95). En la actualidad, siguen siendo fundamentales para el funcionamiento de la vida. Hoy sabemos que los suelos terrestres están repletos de bacterias que cumplen funciones esenciales como la degradación de sustancias tóxicas y en la regeneración de suelos y ecosistemas terrestres y marinos. También son indispensables para la vida vegetal y animal: las bacterias son absolutamente imprescindibles a las plantas para la fijación de Nitrógeno, en una simbiosis tan estrecha que se ha comprobado (Endre, G. et al., 2002) que existen células vegetales con receptores moleculares para facilitar su relación con las bacterias. En cuanto al Reino Animal, enormes colonias de bacterias viven y realizan sus necesarias funciones en nuestro interior y nuestro exterior. En el tubo digestivo, colaborando en funciones esenciales como la degradación de sustancias que no podemos digerir o la producción de otras, imprescindibles para el organismo. En la piel, una capa formada por un número aproximado de 100.000 bacterias por centímetro cuadrado nos protege de microorganismos ajenos.

También se ha podido comprobar que el carácter patógeno de las bacterias no es intrínseco a ellas, sino que se produce mediante su capacidad de transferencia horizontal de genes (Shankar, N. et al., 2002) como respuesta a agresiones ambientales, la mayoría provocadas por el hombre. Según Lynn Margulis: *Los organismos vivos visibles funcionan sólo gracias a sus bien desarrolladas conexiones con la red de vida bacteriana / ... / toda la vida está embebida en una red bacteriana autoorganizadora, que incluye complicadas redes de sistemas sensores y de control que tan sólo empezamos a percibir.*

Un papel de igual importancia es el que están mostrando, cada día con más evidencias, los temidos virus. Tanto éstos como las bacterias arrastran el estigma de “nuestros peores enemigos invisibles” gracias a que su descubrimiento fue debido a su actividad patógena (ver Sandín, 2002). Y es cierto que la tienen. El problema que ahora se plantea es cuando y por qué se convierten en patógenos, y si es éste su carácter predominante que les atribuye la concepción competitiva del darwinismo. Porque, del mismo modo que las bacterias, los virus están resultando ser no sólo una parte más de los complejos sistemas de relaciones que hacen posible la vida, sino una parte fundamental. Además de las implicaciones en los procesos evolutivos que ya hemos visto, y que les sitúa en un papel central en la historia de la Vida, los virus siguen colaborando en los (todavía muy desconocidos) procesos naturales de la transferencia de genes ( Patience et al., 1997 ). También tenemos datos sobre agresiones ambientales que pueden provocar su “malignización” (Ter-Grigorov et al., 97). Pero lo que puede resultar más sorprendente es que su papel ecológico es, al menos, tan importante como el de las bacterias. Un estudio, que inicialmente pasó casi desapercibido (Fuhrmam 99), pero que desencadenó una serie de investigaciones posteriores, ha sacado a la luz el hecho de que en las aguas superficiales marinas superficiales hay 10.000 millones

de virus por litro. Su papel ecológico consiste en el mantenimiento del equilibrio entre las distintas especies que componen el microplancton (y por tanto, del resto de la cadena trófica) y entre los distintos tipos de bacterias, destruyéndolas cuando hay un exceso. La materia orgánica liberada tras la destrucción de los pequeños microorganismos enriquece en nutrientes el agua. Pero su papel más sorprendente es que los compuestos de Azufre producidos por estas actividades contribuyen ¡a la nucleación de las nubes!

Se conocen unos 4.000 tipos de bacterias (no se puede hablar de especies porque potencialmente todas son capaces de intercambiar información genética), y unos 5.000 de virus, de los que sólo una mínima proporción se conocen como patógenos. Según el Informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2000), el número mínimo estimado, tanto de bacterias como de virus, por ahora desconocidos es, al menos, cien veces mayor. Parece claro que su aspecto patógeno es extremadamente minoritario. Desde luego, si fueran “nuestros competidores” tendríamos pocas oportunidades de “vencerlos”.

Pero el modelo social y el modelo biológico de la “libre competencia” **necesitan** competidores. Por eso, si no los encuentran, los crean. Y, por si no fueran suficientemente dramáticas y peligrosas las consecuencias de la hipócrita “mano invisible” sobre la gran mayoría de la población y sobre el medio ambiente mundial, la irrupción de la “Biología de mercado” puede ser el golpe final capaz de hacer real el vaticinio de Chargaff. Cuando, en los años 70 se “inventó” la llamada “ingeniería genética”, los conocimientos que hoy tenemos sobre la complejidad de los sistemas de control de la información genética y su sensibilidad a factores ambientales eran impensables. La visión reduccionista que impregnaba (y aún impregna, en muchos casos) las interpretaciones de los procesos biológicos, estaba firmemente anclada en la concepción darwinista – mendeliana de la evolución. Para que sus postulados se cumplan, el “lenguaje” genético ha de ser universal y único, es decir, la información contenida en una secuencia de ADN ha de ser la misma independientemente del organismo en que esté, y hoy sabemos que no es así. La información genética debería estar restringida al núcleo de la célula, y hoy sabemos que no es así. La información de “un gen” sería independiente de la de otros genes y del lugar del genoma en que se sitúe, y hoy sabemos que no es así. Sin embargo, éstos son los principios que rigen las prácticas de “ingeniería genética”, lo que implica que, en realidad, no es una “ingeniería” porque su base teórica no es que sea inexacta o incompleta: sencillamente, es inexistente. Y esta afirmación se refuerza si nos informamos sobre las técnicas empleadas para las manipulaciones genéticas, porque no resultan especialmente tranquilizadoras. Para la inserción de material genético ajeno en un organismo, se utilizan fundamentalmente dos métodos, a cuál más incontrolable: Uno consiste en añadir las secuencias modificadas a “vectores”, es decir, elementos de gran complejidad que en la Naturaleza tienen la capacidad de intercambiar información genética, como plásmidos, (utilizados por las bacterias para transmitirse, por ejemplo, genes de resistencia a antibióticos), o virus más o menos “mutilados”, e “infectar” con ellos las células tratadas. El lugar de inserción de estas secuencias en el genoma es incontrolable, porque no depende de los deseos del experimentador, sino de las capacidades y tendencias del vector. La otra técnica resulta aún más inquietante, aunque sólo sea por su denominación: Se trata de la “biobalística”. Consiste en impregnar con los segmentos de ADN modificados pequeñas partículas de oro o tungsteno y dispararlas con una especie de pistola sobre las células (se utiliza fundamentalmente en plantas). *En algunos casos* estos proyectiles pueden llegar al núcleo de la célula y *en algunos casos* el ADN puede integrarse en algún punto del celular.

Pero esto no es todo. Como las técnicas son tan poco fiables, para poder encontrar las células en las que se encuentran los nuevos genes se ha añadido otro factor inquietante: Antes de transferir el “nuevo gen” se le añade un gen bacteriano de resistencia a los antibióticos. Después de realizada la transferencia se añade al cultivo celular el antibiótico y sólo sobreviven las células que tienen “el nuevo gen”... con la resistencia al antibiótico incorporada.

Y aún hay más: A este “Frankenstein” se le ha de añadir, para que el nuevo gen se exprese, un “promotor”; un segmento de ADN que suele ser de origen viral, y que, frecuentemente, produce

un exceso de “expresión” (producción) del nuevo gen.

Aunque las noticias sobre estos “logros científicos” suelen ser muy triunfalistas (*Científicos norteamericanos crean el primer mono que incorpora un gen de otra especie* (El País, 12-1-2001)), las consecuencias reales de estos “avances” y los fracasos sistemáticos parecen ser menos periodísticos. Como la realidad es que, cuando se realiza una transferencia de material genético no se sabe donde se va a insertar (en el caso de que lo haga) en el genoma que lo recibe, las consecuencias son impredecibles. Como hemos visto, el conocimiento de la manera en que se controlan y autorregulan los genes es muy limitado, aunque sabemos que un cambio de posición de los genes al introducir otros puede alterar las relaciones entre todos ellos. Y de esto sí existen pruebas: Un ejemplo muy ilustrativo (entre otros) fue el intento de transferir “el gen” del pigmento rojo de maíz a petunia. Las flores se pusieron rojas, pero además las plantas tenían más hojas, más brotes, mayor resistencia a los hongos y baja fertilidad. (Steinbrecher, 97).

Sorpresas de este tipo se están produciendo en abundancia: maíz transgénico con un gen de resistencia a los insectos redujo su rendimiento en un 27% y se produjeron cambios en sus componentes minerales (Hormick, 1997). Levaduras modificadas producían altas concentraciones de metabolitos tóxicos (Inose y Murata, 1995). La producción de L-triptófano (usado como suplemento dietético) mediante bacterias modificadas genéticamente produjo, en Estados Unidos, la muerte de 37 personas y mas de 1.500 con daños permanentes (Mayeno y Gleich, 1994). La introducción de proteínas extrañas en otros organismos ha producido fuertes reacciones alérgicas, como el caso de la soja con proteínas de nuez de Brasil en Estados Unidos (Nordlee et al., 1994)... (Para una mas amplia documentación ver: *Ingeniería genética: ¿Sueño o pesadilla?* de Mae Wan Ho (2001) y *Transgénicos* de Luke Anderson (2001)).

En cuanto a los efectos de estas manipulaciones sobre el medio ambiente, han sido tan documentados y denunciados por organizaciones ecologistas y científicos independientes que casi se han convertido en un lugar común: “Contaminación genética” (transferencia de las características introducidas, deseadas o no, a las plantas silvestres y cultivos cercanos) (Frello, et al., 1995), pérdida de insectos beneficiosos (Tudge, 1993) y alteración de los ecosistemas naturales (Hilbeck et al., 1998), disminución de variedades de cultivos (The Ecologist, 1998), posible generación de nuevos virus patógenos por hibridación de los “vectores” (Cory, 1991). En resumen, peligros de los que la mayor parte son desconocidos, impredecibles y, probablemente, inimaginables. Según Jacques Diouf, director general de la FAO, los organismos genéticamente modificados son innecesarios: *En su opinión, los OGM son un arma de doble filo que exigen medidas de precaución. Cuando se comienza a manipular genes, no se sabe en que va a terminar eso.* (El País, 22-5-2001).

Pero los riesgos de la manipulación genética con fines comerciales no se limitan a los de los alimentos transgénicos. Los experimentos en humanos de intentos de “terapia génica”, el intento de sustituir “un gen malo” por otro “bueno”, que han producido el fallecimiento de pacientes que podrían haber vivido mas tiempo si no se les hubiese “tratado” (Wan-Ho, 2001). Los Xenotransplantes (transplantes de órganos de animales) en los que se pretende utilizar cerdos transgénicos, con el riesgo de hibridación de virus endógenos animales y humanos y la generación de nuevos patógenos que pueden ser incontrolables (Stoye, 1997; Millet, 1999).

También los fracasos, como las falsas clonaciones de animales con el evidente propósito de llegar a clonar a los humanos que puedan pagárselo (entre ellos a Richard Dawkins, a quien, al parecer, le entusiasma la idea) que se han puesto de manifiesto al intentar clonar un gato, (una “investigación” de mas de 3,5 millones de dólares donados por el financiero de 81 años John Sperling, que fundó la empresa *Genetics Savings & Clone*), cuyo descendiente ha resultado de otro color que el donante del núcleo (Shin et al, 2002), fenómeno que no se podía detectar en la famosa *Dolly*, que, (salvo por algún carnero enamorado), era imposible de distinguir de otras de su seleccionada raza, y cuyas negativas consecuencias en la salud de los animales “clonados” y el escaso rigor y alto índice de fracasos de su metodología no son muy diferentes de los que caracterizan a la transferencia génica.

Las críticas a algunas de estas manipulaciones irresponsables ya han llegado desde las instituciones científicas: *La terapia génica es todavía arriesgada, pero los intentos siguen en marcha, advierte el Comité de Ética de la Organización del Genoma Humano (HUGO)* (Nature, 2001). Pero las denuncias más documentadas y fundamentadas provienen de científicos muy cualificados y críticos con la visión reduccionista y economicista que mueve estas actividades: El prestigioso genetista Richard Lewontin considera que *En un ecosistema, siempre se puede intervenir y cambiar algo en él, pero no hay manera de saber cuales serán los efectos o cómo puede afectar al medio ambiente*. Y esto es así, porque, según Bárbara McClintock, la descubridora de los elementos móviles, *La función de los genes es totalmente dependiente del ambiente en que se encuentran*. Para la hindú Vandana Shiva, la más prestigiosa experta en los problemas medioambientales de su país, y una activista en contra de los cultivos transgénicos, *Su introducción en los sistemas agrarios del Tercer Mundo, llevará aparejado un aumento en el uso de los agro – químicos, incrementándose así los problemas medioambientales. Destruirá también la biodiversidad, que es el sustento y el modo de vida de las mujeres rurales. Lo que para Monsanto son malas hierbas, para las mujeres del Tercer Mundo es alimentación, pienso y medicinas*. (The Ecologist, 1998).

Sin embargo, estas fundadas objeciones, que difícilmente llegan a los medios de comunicación, más dados a ensalzar los “logros científicos” que a sacar a la luz los problemas derivados de ellos, no son obstáculo para que se continúe con estas peligrosas prácticas. Incluso los trabajos científicos que ponen de manifiesto los riesgos de estas actividades, o las pruebas de accidentes relacionados con ellas, son rápidamente descalificados (Ver ISIS Report, 29- 4-2002) por “equipos científicos” entre los que, sin el menor pudor, figuran miembros de alguna gran empresa de la biotecnología. Porque, la realidad, es que los verdaderos intereses que subyacen a todas estas prácticas (incluidas las de muchos especialistas de buena voluntad que creen trabajar “por el bien de la Humanidad”), son intereses económicos. Tanto las grandes sumas invertidas en la investigación pública (a menudo financiada por grandes empresas), como (mayoritariamente) la llevada a cabo por las empresas involucradas en su comercialización, esperan resultados prácticos (aproximadamente, el 25% de las acciones de Wall Street pertenecen a empresas de biotecnología), y esos resultados prácticos no son, evidentemente, la solución de los problemas del 80% de la Humanidad, sino el beneficio económico de sus poseedores. (Ver “*Genetically Modified Organisms 25 Years On*”. ISIS)

A pesar de estas evidencias, son muy abundantes los científicos (sobre todo entre los altamente especializados) de buena fe convencidos de que estas prácticas *no son más que una aceleración de los procesos que han tenido lugar en la Naturaleza*. Es decir, como los cambios evolutivos han sido “al azar”, no hay motivo de preocupación por introducir más. Por otra parte, es lógico que se tengan que pagar por estos descubrimientos en los que tanto se ha invertido. Y así asistimos al vergonzoso espectáculo del abandono de las multinacionales farmacéuticas de las investigaciones sobre las enfermedades que azotan al Tercer Mundo, porque sus ciudadanos no son un buen mercado (Grabowski, H. 1997). Las doctrinas de *la mano invisible del mercado* y de la *selección natural* justifican la existencia de un creciente número de desheredados y los millones de personas que mueren en el Mundo de hambre y enfermedades fáciles de curar. A título personal, nadie es responsable: son *el mercado y la supervivencia del más apto* los que deciden. La Naturaleza es así. John R. Rockefeller lo tenía muy claro: *El crecimiento de un gran negocio consiste, simplemente, en la supervivencia del más apto / ... / es, sencillamente, el desarrollo de una ley de la Naturaleza* (Lewontin et al., 1987).

Se ha creado una Biología virtual en una sociedad virtual. La competencia es el verdadero poder creador y, como no se cansan de repetir los (innecesarios) propagandistas del Mercado, ni el Estado debe tener el poder de impedirla (Rodríguez Braun, C., El País. “*Poder no hay más que uno*” 1-2-2001 ). Es decir, hay que dejar, más aún, a la sociedad en manos de los “más aptos”, para que la dirijan según sus “Leyes de la Naturaleza” porque, “a la larga”, todos saldremos beneficiados. No importa que lo que suceda sea exactamente lo contrario: Si “la economía” de un

país va bien, lo que quiere decir es que unos pocos han ganado mucho (naturalmente, a costa de otros). Porque el progreso económico se mide por la “renta per cápita” (que no merece la pena discutir). Lo que “tira” de la economía es el aumento “del consumo”, (también “per cápita”), que, al parecer, ha de ser constante, sin fin. Pero, si aumenta “la demanda” de un producto, éste, “lógicamente” sube sus precios, independientemente de su valor real o de su necesidad, y entonces altera las científicas previsiones del IPC. Y se puede llegar a oír decir a los expertos que “el culpable del aumento del IPC” ha sido “el pollo”, lo cual hace pensar en algún especulador internacional o, al menos, en algún gangster más o menos atildado, pero no, es el pollo muerto.

Esta forma de razonar es lo que se conoce como el “pensamiento único”: “así son las leyes de la libre competencia”. Y la competencia se está extendiendo a unos niveles que harán extremadamente felices a Richard Dawkins y sus discípulos: Incluso para los líderes sindicales, “el mercado laboral es muy competitivo”, lo que quiere decir que hay que competir hasta para poder trabajar, es decir, ofrecer el mismo trabajo por menos salario (lo que hace suponer que, con el tiempo, habría que pagar por trabajar), con lo cual se ha conseguido poner a competir a los pobres de todos los países, que ofrecen su trabajo a cambio de salarios de miseria.

Y así, se está creando un Mundo en el que mientras las dos terceras partes de la población se mueren prácticamente de hambre, en el tercio restante, la vida se está convirtiendo crecientemente en un estado de tensión e inseguridad permanentes. Para la mayor parte de la población, la sensación (en el “mercado laboral”, en la calle, en las relaciones humanas) es la de una sociedad cada día mas insolidaria, agresiva e inhóspita.

Mientras, y cumpliendo las “Leyes de la Naturaleza”, las grandes empresas han de fusionarse para no ser vencidas por la competencia (*La cooperación, como se ve, puede resultar rentable, etc.*), lo que supone despidos masivos y naturalmente, la subida de sus acciones en “La Bolsa”, el “mercado del dinero”, que constituye, junto con otros no menos filantrópicos, los mayores “creadores de riqueza” en el Mundo.

Es evidente que esta creciente acumulación de riqueza en manos de, cada vez, menos personas, a costa del expolio de los recursos y la población de la Tierra es tan inviable a largo plazo como las consecuencias científicas de la hipócrita visión spenceriana de “la supervivencia del más adecuado”. Pero será difícil un cambio de rumbo en este camino hacia un callejón sin salida mientras las sociedades de los países “desarrollados” no tengan la posibilidad de acceder a una información libre que haga posible una reflexión sobre las “verdades científicas” que nos imponen este feroz sistema económico y sus propagandistas.

La Nueva Biología está transformando este inhóspito Mundo, degradado por la competencia de todos contra todos, y plagado de terribles enemigos, en un Mundo rico y complejo, pero, sobre todo, lleno de misterios por desvelar, en el que todos sus habitantes, hasta el más ínfimo y extraño, tienen un papel que jugar, y un derecho a la vida. Tal vez sea posible una sociedad en la que haya sitio para todos. Como se ha podido ver, no somos los biólogos los más adecuados para dictaminar cómo ha de ser una sociedad humana viable. Es un campo para los que poseen la experiencia y los conocimientos adecuados para esta labor, que, cada día que pasa, resulta más urgente, pero que, sobre todo, impone a los que tenemos conciencia de ello, la obligación ética de luchar por ello, aunque tengamos pocas esperanzas de conseguirlo. Porque, dados los principios y las características morales del enemigo a batir, podemos tener la certeza de que la derrota está garantizada.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Doctor Juan Javier Sánchez Carrión, especialmente, por su infinita paciencia, pero también por darme la oportunidad de publicar este trabajo. Y a la “protodocora” Sandín por su, siempre oportuna, ayuda.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Anderson, L. (2001): *"Transgénicos. Ingeniería genética, alimentos y nuestro medio ambiente"*. Gaia. Proyecto 2050. Madrid.

Ayala, F.J. (1987): *"La Naturaleza inacabada"*. Biblioteca Científica Salvat. Barcelona.

Ayala, F.J. (1999): *"La Teoría de la Evolución"*. Colección: *"Tanto por saber"*. Ed. Temas de hoy. Madrid.

Arsuaga, J.L. (2001): *"El enigma de la esfinge. Las causas, el curso y el propósito de la evolución"*. Plaza Janés. Barcelona.

Ball, P. (2001): *"Ideas for a new biology"*. Nature science update. 12 Feb.

Behe, M.J. (1999): *"La caja negra de Darwin. El reto de la bioquímica a la evolución"*. Editorial Andrés Bello.

Boss, P.K. y Thomas, M.R. (2002): *"Association of dwarfism and floral induction with a grape "green revolution" mutation"*. Nature 416, 847-850.

Boyd, R. y Silk, J.B. (2001): *"Cómo evolucionaron los humanos"*. Ariel Ciencia. Barcelona.

Capra, F. (1985): *"El Punto Crucial"*. Integral. Barcelona.

Corpet, C. (1999): *"Carne: ¿Después de las hormonas: los antibióticos"*. Mundo Científico. Nº 197: 43-45.

Cory, J.S. (1991): *"Release of Genetically Modified Viruses"*. Reviews in Medical Virology. 1: 79-88.

Darwin, Ch.R. (1846): *"A Naturalist's Voyage"*. Versión española: *"Viaje de un Naturalista"*. Biblioteca General Salvat. Nº 48. 1972.

Darwin, Ch.R. (1859): *"On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life"*. Versión española: *"El Origen de las Especies"*. Akal, 1998.

Darwin, Ch.R. (1871): *"The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex"*. Versión española:

"*El Origen del Hombre*". Ediciones Petronio. Barcelona. 1973.

Darwin, Ch.R. (1876): "*Autobiografía*". Alianza Editorial. Madrid. 1993.

Darwin, Ch.R. (1876): "*Autobiografía y cartas escogidas*". Selección de Francis Darwin. Alianza Editorial. Madrid. 1997.

.Dawkins, R. (1975): "*The Selfish Gene*". Oxford University Press. Versión española: "*El Gen Egoísta*". Biblioteca Científica Salvat. 1993. Barcelona.

DECLARACIÓN SOBRE LA CIENCIA Y LA UTILIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO (Conferencia Mundial sobre la Ciencia). (1999). Budapest. En: Encuentros Multidisciplinares. Vol. I, Nº 2.

Di Trocchio, F. (1997): "*Las Mentiras de la Ciencia*". Alianza Editorial. Madrid.

Doolittle, W.F. (2000): "*Nuevo árbol de la vida*". Investigación y Ciencia. Abril. 26-32.

Ekelund, R.B. y Hebert, R.F. (1995): "*Historia de la teoría económica y su método*". Mc Graw Hill. Madrid.

Eldredge, N. (1997): "*Síntesis Inacabada*". Fondo de cultura económica. México.

Endre, G. Et al., (2002): "*A receptor kinase gene regulating symbiotic nodule development*". Nature, 417: 962-966.

FAO (Organización para la Agricultura y la Alimentación) (2002): "*Examen del estado mundial de la agricultura y la alimentación*". Cumbre mundial sobre la alimentación. Roma.

Feyerhabend, P.K. (1989): "*Contra el método*". Ariel. Barcelona.

Frello, K.R. et al. (1995): "*Inheritance of Rapeseed (Brassica napus) Specific RAPD Markers and a Transgene in the cross B. Juncea x (B. Juncea x B. Napus)*". Theor. Appl. Genet. 91: 236-241.

Fuhrman, J.A. (1999): "*Marine viruses and their biogeochemical and ecological effects*". Nature, 399: 541-548.

Galera, A. (2002): "*Modelos evolutivos predarwinistas*". Arbor. Nº 677 Pp. 1-16.

- García Bellido, A. (1999): "*Los genes del Cámbrico*". Rev. R. Acad. Cienc. Exact. Fis. y Nat. Vol. 93, Nº 4: 511-528.
- Gaunt, Ch. y Tracy, S. (1995): "*Deficient diet evokes nasty heart virus*". Nature Medicine, 1 (5): 405-406.
- Gavin, A.C. et al. (2002): "*Functional organization of the yeast proteome by systematic analysis of protein complexes*". Nature, 415: 141-147.
- Gomis, A. y Josa, J. (2002): "*Imágenes de la polémica darwinista en España*". Mundo Científico. Nº 233: 20-29.
- Gould, S.J. (1977): "*Desde Darwin. Narraciones sobre Historia Natural*". H. Blume Editores. Barcelona.
- Grabowski, H. (1997): "*The effect of pharmacoeconomics on company research and development decisions*". Pharmacoeconomics. 5: 389-397.
- Grobstein, C. (1977): "*Debate sobre el ADN recombinante*". Investigación y Ciencia. Nº 12: 6-19.
- Gupta, R.S. (2000): "*The natural evolutionary relationships among prokaryotes*". Crit. Rev. Microbiol. 26: 111-131.
- Harris, C.L. (1985): "*Evolución. Génesis y revelaciones*". Hermann Blume. Madrid.
- Hemleben, J. (1971): "*Darwin*". Alianza Editorial. Madrid.
- Henikoff, S. y Malik, H.S. (2002): "*Centromeres: Selfish drivers*". Nature, 417: 227.
- Herbert, A. Y Rich, A. (1999): "*RNA processing and the evolution of eukaryotes*". Nature Genetics. 21: 265-269.
- Hilbeck, A. Et al. (1998): "*Toxicity of Bacillus thuringiensis CryIAb toxin to the predator Chrysoperla carnea (Neuroptera: Chrysopidae)*". Environmental Entomology, Nº 27.
- Ho, Y. et al. (2002): "*Systematic identification of protein complexes in Saccharomyces cerevisiae by mass spectrometry*". Nature. 415: 180-183.
- Hormick, S. (1997): "*Effects of a Genetically Engineered Endophyte on the Yield and Nutrient*



Content of Corn". [www.geocities.com/Athens/1527/btcorn.html](http://www.geocities.com/Athens/1527/btcorn.html).

Inose, T. y Murata, K. (1995): "*Enhanced accumulation of toxic compound in yeast cells having high glycolytic activity: a case study on the safety of genetically engineered yeast*". Int. J. Food Science Tech. 293: 22.

ISIS (Institute of Science in Society): <http://www.i-sis.org.uk/contamination.php>  
<http://www.i-sis.org.uk/GMO25.php>

Kemp, T.S. (1999): "*Fossils and Evolution*". Oxford University Press

Lamarck, J.B. de M. (1809): "*Filosofía Zoológica*". (Traducción al español). Editorial Alta Fulla. 1986.

Lewontin, M.C. (1982): "*El Determinismo Biológico Como Arma Social*", en "*La Biología como Arma Social*". The Ann Arbor Science for the People (Editorial collective). Alhambra. Madrid.

Lewontin, M.C.; Rose, S.; Kamin, L.J. (1987): "*No Está en los Genes*". Ed. Crítica. Barcelona.

Lewontin, M.C. (1992): "*The doctrine of DNA. Biology as Ideology*". Penguin Books. London.

Margulis, L. y Sagan, D. (1995): "*Waht is Life?*". Simon and Schuster. New York, London.

Mayeno, A.N. y Gleich, G.J. (1994): "*Eosinophilia-mialgia syndrome and tryptophan production: a cautionary tale*". Tibtech, 12: 364-352.

Millet, A. (1999): "*¿Humanizar a los cerdos?*". Mundo Científico. Nº 203: 54-55.

Morata, G. (1999): "*Biología Molecular, desarrollo y Evolución del Reino Animal*": en "*Origen y Evolución*". Fundación Marcelino Botín. Santander.

Moreno, E., Basler, K. Y Morata, G. (2002): "*Cells compete for Decapentaplegic survival factor to prevent apoptosis in Drosophila wing development*". Nature, 416, 755-759.

Moreno, M. (2002): "*Botánica y evolución*". Arbor. Nº 677. Pp. 59-99.

Morris, S.C. (2000): "*The Cambrian "explosion": Slow-fuse or megatonnage?*". Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 97, 9: 4426-4429.

Nordlee, et al. (1994): "*Identification of a brazil-nut allergen in transgenic soybeans*". The New England Journal of Medicine 334: 688-692.

Nature (1998): "*Last chance to stop and think on risks of xenotransplants*". Editorial Enero. 1998.

Patience, C. Et al., (1997): "*Our retroviral heritage*". Trends Genet. 13: 116-120.

Peng, J. Et al. (1999): "*Green revolution genes encode mutant gibberellin reponse modulators*". Nature 400, 256-259.

PNUMA, (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2000): "*Perspectivas del medio ambiente mundial*". Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. Barcelona. México.

Rose, M.R. (1999): "*Darwin's Spectre. Evolutionary Biology in the Modern World*". Princeton University Press.

Sandín, M. (1997): "*Teoría Sintética: Crisis y Revolución*". Arbor. Nº 623-624. Pp. 269-303.

Sandín, M. (1998): "*La función de los virus en la evolución*". Bol. R. Soc. Hist. Nat. (actas) 95: 17-22.

Sandín, M. (2000): "*Sobre una redundancia: El darwinismo social*". Asclepio. Vol. LII, 2: 27-50.

Sandín, M. (2002): "*Hacia una nueva Biología*". Arbor. Nº 677. Pp. 167-218.

Shankar, N. et al. (2002): "*Modulation of virulence within a pathogenicity island in vancomycin-resistant Enterococcus faecalis*". Nature 417: 746-750.

San Pedro, J.L. (2002): "*El mercado y la globalización*". Destino. Madrid.

Samuelson, P. <http://www.eumed.net/cursecon/economistas/samuelson.htm>

Spencer, H. (1851): "*Social Statics: the conditions essential to human happiness specified, and the first of them devoloped*". Chapman. Londres.

Steinbrecher, R. (1997): "*Cotton Picking Blues*". The New Internationalist, Nº 293: 22.

Stoye, J.P. (1997): "*Provirus pose potential problems*". Nature, 386: 126-127.

Strathern, P. (1999): "*Darwin y la Evolución*". Siglo XXI de España Editores. Madrid.

Ter-Grigorov, S.V. et al., (1997): "*A new transmissible AIDS-like disease in mice induced by alloimmune stimuli*". *Nature Medicine*, 3 (1): 37-41.

The Ecologist. (1998): "*The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*". Vol. 28. Nº 5. Sept./Oct., 98 (Número censurado en el Reino Unido, y editado en España mediante el apoyo de distintas instituciones, organizaciones no gubernamentales y editoriales independientes).

The Peel Web. <http://dSPACE.dial.pipex.com/town/terrace/adw03/peel/malthus.htm>

Thuillier, P. (1990): "*De Arquímedes a Einstein. Las caras ocultas de la investigación científica*". Alianza Editorial. Madrid.

Tudge, C. (1993): "*The engineer in the Garden*". Jonathan Cape. Londres.

Wan-Ho, M. (2001): "*Ingeniería genética: ¿Sueño o pesadilla*". Gedisa. Barcelona.

Weber, M. (1994): "*La ética protestante y el espíritu del capitalismo*". Península. Barcelona.

Weikart, R. (1995) "*A recently discovered Darwin letter on social Darwinism*". *ISIS*, Nº 86, pp. 609-611.

Wilke, C.O. et al. (2001): "*Digital organisms: survival of the flattest*". *Nature* 412, 331-333.

Wilson, E.O. (1975): "*Sociobiology: The new Synthesis*". Harvard University Press. Cambridge, Mass. Versión Española Ed. Omega. 1982. Barcelona.

Whitelaw, E. y Martin, D.I.K. (2001): "*Retrotransposons as epigenetic mediators of phenotypic variation in mammals*". *Nature Genetics*, 27: 361-365.

Woodward, U. (1982): "*Cociente intelectual y racismo científico*". En: "*La biología como arma social*". The Ann Arbor Science for the People (Editorial Collective). Alhambra. Madrid.

## ADN: LA MOLÉCULA MILAGROSA

Máximo Sandín. Depto. de Biología. Universidad Autónoma de Madrid.

FOROS 21, Mayo, 2003

### La Biología de mercado

A muchos biólogos, o quizás sea más exacto referirnos a ciertos biólogos, nos produce una gran inquietud la deriva, al parecer irreversible, que está tomando la investigación biológica. Transformada en "gran Ciencia", está pasando de ser fundamentalmente una parsimoniosa actividad realizada en más o menos modestos laboratorios entre animales, plantas, microorganismos y libros a una vertiginosa carrera competitiva llevada a cabo en complejas instalaciones dotadas de costosísimos y sofisticados aparatos destinados a descifrar y manipular apremiantemente los secretos de la vida. Porque esa costosa infraestructura requiere unas inversiones que, en nuestro modelo de sociedad, han de ser forzosamente rentabilizadas y, para ello, han de estar encaminadas a investigaciones cuyos posibles descubrimientos tengan una aplicación práctica o, lo que es lo mismo, un rendimiento económico.

La concepción de la Ciencia como un factor de desarrollo económico ha convertido en casi inconcebible la financiación de investigaciones que no tengan una aplicación inmediata, con lo que la distinción entre Ciencia (búsqueda del conocimiento) y Tecnología (aplicación de ese conocimiento) es cada día más confusa. Todo esto está conduciendo a que la investigación denominada "puntera" está llegando a ser no sólo mayoritariamente controlada por empresas privadas, sino que, incluso la llevada a cabo por universidades y centros públicos está pasando a depender de una manera creciente de la financiación de empresas con ánimo de lucro, que dirigen los objetivos y prioridades, con lo que está en claro retroceso la práctica, tan necesaria, de una investigación básica, independiente y guiada por los criterios de los investigadores, que se están convirtiendo en asalariados de distintas multinacionales de la Biotecnología. De empresas que comercializan productos "modificados genéticamente", "biofármacos" o que han invertido grandes sumas en investigaciones sobre clonación, organismos modificados genéticamente o terapia génica. En definitiva, de prácticas de manipulación del ADN.

Pero lo que a "ciertos biólogos" nos resulta más inquietante es que este tipo de "investigación" parece estar sustentada sobre una base teórica (científica) extremadamente frágil. Porque sus objetivos, sus planteamientos y sus interpretaciones permanecen anclados en una visión reduccionista del control de la información genética, (cuyos orígenes hay que buscarlos en la primera mitad del pasado siglo), que estaba basada en hipótesis y simplificaciones derivadas de la, ya obsoleta, concepción mendeliana de la transmisión simple de caracteres complejos y de los cambios "al azar" de la teoría darwinista. La idea de que el ADN es una especie de molécula milagrosa en la que están contenidos los códigos que gobiernan la vida, en la que "los genes" son los responsables directos de la construcción de los organismos, de sus características, de sus defectos o enfermedades e incluso de su comportamiento, es una derivada de esta visión reduccionista o simplificadora que persiste de un modo sospechoso (o, al menos, incomprensible), conviviendo con descubrimientos que descalifican totalmente tal concepción. Los, sin duda, importantísimos descubrimientos biológicos conseguidos en los últimos años gracias al desarrollo de sofisticadas tecnologías para la investigación no han ido acompañados (quizás debido a la propia

dinámica de la investigación aplicada) de una renovación conceptual en su interpretación, lo cual resulta, cuanto menos, preocupante, dados los inseguros métodos utilizados para estas prácticas.

## La complejidad de la información genética

Con motivo del 50 aniversario del descubrimiento, por James Watson y Francis Crick, de la estructura tridimensional del ADN **crystalizado**, la revista Nature publicó una sección monográfica en la que se exponían y analizaban los conocimientos actuales derivados de este hito fundamental en la Biología. Veamos algunos de ellos: Watson y Crick transformaron la Biología al revelar la estructura tridimensional del ADN, pero pasados 50 años los investigadores están comprendiendo que el ADN tiene una vida fascinante en tres dimensiones –y una cuarta dimensión del tiempo- que hace de ella mucho más que una simple sarta de códigos. La imagen icónica del ADN como una doble hélice estática es algo pasado. Las técnicas de microfilmación han hecho posible observar, por primera vez, cómo se transmite la información genética. Y lo que se ha observado ha sorprendido a los propios investigadores: En la célula viva, la imagen es la de una molécula de ADN que gira y se retuerce como un danzador demoníaco envuelto en una nube de proteínas que pululan alrededor. Esto ha cambiado la forma en que pensábamos sobre el núcleo, dice Tom Misteli del Instituto Nacional del Cáncer de Bethesda. La palabra “estático” está desapareciendo de nuestro vocabulario. La molécula (de ADN) ha sido vista durante mucho tiempo como formando íntimas relaciones con proteínas que la ayudaban a plegarse y a activar o detener la actividad de los genes. Hasta recientemente, esas ligazones se suponían fundamentalmente fijas o cambiantes sólo ligeramente con el tiempo. Pero esta idea ha colapsado. Según Helen Pearson, editorialista de Nature: **Los investigadores han comprobado que un simple gen puede crear decenas o incluso cientos de proteínas diferentes, según cómo la célula lee su información genética y cómo las proteínas estén agrupadas o modificadas químicamente.** Es decir la “información genética” no está solo en el ADN. Es el resultado de la interacción del ADN (muy importante, pero no el que “la contiene”) con su entorno celular, lo que incluye proteínas, ARN (la molécula imprescindible para “traducir” y dirigir la información) y el ambiente celular, a su vez, dependiente del ambiente externo.

Para finalizar este incompleto resumen de las muchas cosas que han cambiado en la interpretación de la información genética, citaré la frase con que Philip Ball, uno de los más brillantes editorialistas de Nature, concluye su reseña: Para los que quieren controlar estos procesos, y los que pretenden imitarlos en sistemas artificiales, el mensaje es que la mesoescala biológica lejos de ser un régimen en el que el orden y la simplicidad desciende de un impredecible caos, tiene su propia estructura lógica, reglas y mecanismos reguladores. Y, volviendo a Helen Pearson: Watson y Crick debieron pensar que la secuencia era todo, pero la vida es mucho más complicada que eso.

Se puede decir que tan sólo estamos comenzando a comprender la manera en que se transmite la información genética, lo que, por otra parte, nos lleva a la dura asunción de que la visión que ha dominado hasta muy recientemente no sólo era incompleta, sino en su mayor parte errónea. La secuenciación del genoma humano, anunciada como la panacea que nos permitirá conocer los más íntimos secretos de nuestra naturaleza, se ha revelado como sólo un paso (importante, pero un paso) en este camino. Sydney Brenner, codescubridor, junto a Watson y Crick de “la doble hélice” y una de las máximas autoridades actuales en genética escribió: La mayor parte de la gente cree que la secuenciación del genoma humano va a ser una especie de mensaje llegado de los cielos, pero, lo cierto, es que ese mensaje nos va a decir muy poco. Nos va a decir algo como: “mira, esto es lo que tienes que entender ahora”. Y lo que queda por entender no es sólo el significado de las secuencias del ADN: Queda por descifrar y entender el proteoma, (cómo se agrupan e interactúan entre sí y con

el ADN y el ARN los miles de proteínas celulares), el transcriptoma (el conjunto de ARN de las células y sus actividades), y nos queda por comprender la actividad y la función del denominado "ADN basura" y de los cientos de miles de secuencias que constituyen los virus endógenos (virus que han integrado sus secuencias en los genomas de todos los seres vivos y son parte activa en ellos) y la de los elementos móviles (secuencias con la capacidad de cambiar su situación en los genomas modificando la actividad de estos, también con un origen vírico), y como el ambiente puede influir en la actividad de todos ellos.

Pero esto no impide los anuncios de los grandes logros y las fantásticas aplicaciones futuras de las mágicas cualidades de los genes y los beneficios de su manipulación: El cambiar, quitar o añadir genes en nuestros cromosomas nos permitirá, entre otras cosas, curar enfermedades que "azotan a la Humanidad", mejorar nuestra "calidad de vida", alargarla (para algunos, hasta la inmortalidad) o, incluso, elegir las cualidades de nuestros hijos. Afirmaciones de este tipo, algunas realmente delirantes, emitidas a los medios de comunicación por científicos de reconocido prestigio generan unas expectativas (totalmente comprensibles en personas afectadas por enfermedades de origen genético) que están muy lejos de ser alcanzadas pero que, en cualquier caso, resultan de muy discutible justificación; en primer lugar, porque las enfermedades que realmente azotan a la Humanidad y por las que mueren anualmente millones de personas son enfermedades fácilmente combatibles derivadas fundamentalmente de la pobreza: infecciones producidas por consumo de agua en malas condiciones, enfermedades fáciles de curar para las que no se dispone de medicamentos y el hambre y la miseria, responsables, además, de la enorme mortalidad de los "infectados" por el SIDA en el Tercer Mundo (todo esto, sin tener en cuenta los que mueren por las necesidades del "mercado", ya sea del petróleo, de materias primas o de la industria armamentística). En segundo lugar, porque las enfermedades que se pretende curar no constituyen, ni mucho menos, una prioridad sanitaria ni a nivel mundial ni siquiera en los países desarrollados y son, en muchos casos, padecimientos que no ponen en peligro la vida del afectado como muchos de los problemas estéticos o fisio-sicológicos que, declaradamente, pretende tratar la terapia génica. Unos intentos abocados al fracaso, porque consisten en la manipulación de procesos que no se pueden controlar porque, como hemos visto, no se conocen suficientemente, lo cual es irresponsable y peligroso (Y esto no es una opinión personal: La terapia génica es todavía arriesgada, pero los intentos siguen en marcha, advierte el comité de Ética de la Organización del Genoma Humano. Nature,2001).

### **Una inquietante confusión**

Pero, incluso asumiendo que pudieran llegar a existir efectos positivos en estas prácticas, lo cual resulta muy remoto si hemos de creer a científicos como Francis Collins, uno de los líderes de la secuenciación del genoma humano, el número de personas que podrían beneficiarse de sus aplicaciones sería muy reducido y circunscrito a sectores con poder adquisitivo, fundamentalmente en el "Primer Mundo", porque las enormes cifras invertidas en estas investigaciones no están destinadas, evidentemente, para ceder gratuitamente sus resultados. Y el mejor ejemplo de estas intenciones lo constituyen las empresas involucradas en la producción de alimentos transgénicos, ya "en el mercado". Las fabulosas cifras de sus beneficios, la falta de ética en sus presiones sobre los cultivadores y una impresionante campaña de "desinformación" en los medios de comunicación nos informa de los verdaderos objetivos de esta falsa solución del hambre en el Mundo. Y así ha sido denunciado desde la FAO, según la cual, el problema no es de falta de alimentos (de hecho sobran), sino de justa distribución. Pero, a causa del creciente rechazo a estos productos en los países "desarrollados" su uso se está extendiendo por el Tercer Mundo, e incluso desde estos países se

presiona a los gobiernos africanos para que acepten consumir unos alimentos que en sus propios países sólo se consideran (erróneamente) aptos para el ganado. Y todo esto, pese a los peligros de su producción y consumo para el medio ambiente y para la salud de las personas, muchos de ellos constatados y denunciados por científicos independientes pero, al parecer, con difícil acceso a los medios de comunicación, y muchos otros mas peligrosos aún, por ser desconocidos.

Sin embargo, a pesar de que hechos como estos, difícilmente discutibles, descalifican totalmente la justificación de estas prácticas, los medios de comunicación, no sabemos en qué medida deslumbrados por los avances científicos o movidos por los intereses de la industria biotecnológica, ensalzan los nuevos logros, auguran grandes beneficios para la Humanidad y airean una falsa y confusa polémica entre los detractores de las prácticas de manipulación genética, a los que califican de “retrógrados” y los defensores, amantes del “progreso”. Una confusión acentuada porque es cierto que entre los detractores se encuentran posturas animadas por una moral de tipo integrista, y porque para algunos (o para muchos, al parecer) se considera como una actitud “moderna” e incluso progresista la defensa de liberalismo económico mas salvaje.

Lo cierto es que, como afirma el Comité de Ética del Genoma Humano, los riesgos de estas prácticas son muy altos y se derivan fundamentalmente del escaso conocimiento de las complejísimas interacciones que se están poniendo de manifiesto en el control de la información genética, pero, sobre todo, de la falta de rigor científico, en unos casos, y de responsabilidad profesional de muchos de quienes las realizan y de la precipitación de sus aplicaciones y de la avidez de dinero de quienes las comercializan. Porque detrás de todo esto, como detrás de todos los grandes problemas que amenazan a la Humanidad, están siempre los mismos fantasmas en la sombra: el dinero y el poder.

A modo de protección (más o menos eficaz), voy a finalizar reclamando la ayuda de Humberto Eco, por medio de su magnífica intervención en la Conferencia Científica Internacional, celebrada en Roma a finales del pasado año: Los medios de comunicación confunden la imagen de la ciencia con la de la tecnología y transmiten esa confusión a sus usuarios, que consideran científico todo lo que es tecnológico, ignorando en efecto cuál es la dimensión propia de la ciencia, de esa de la que la tecnología es, por supuesto, una aplicación y una consecuencia, pero desde luego no la sustancia primaria. /.../ Lo que se trasluce de la ciencia a través de los medios de comunicación es, por lo tanto –siento decirlo- sólo su aspecto mágico. Cuando se filtra, y cuando filtra es porque promete una tecnología milagrosa, “la píldora que...”. Hay a veces un “pactum sceleris” entre el científico y los medios de comunicación por el que el científico no puede resistir la tentación, o considera su deber, comunicar una investigación en curso, a veces también por razones de recaudación de fondos; pero he aquí que la investigación se comunica enseguida como descubrimiento, con la consiguiente desilusión cuando se descubre que el resultado aún no está listo. /.../ Si no salimos de esta espiral de falsas promesas y esperanzas defraudadas, la propia ciencia tendrá un camino más arduo que realizar.

Es cierto que dentro de esta dinámica social tienen mucha mejor acogida las opiniones (muchas veces verdaderamente simplistas) solemnemente emitidas como verdades científicas que las que ponen de manifiesto nuestro desconocimiento o nuestras dudas. Lo que se espera de los científicos es que posean “la verdad”. Pero lo único que está próximo a la verdad es que desconocemos mucho más que lo que conocemos, y aunque estamos en el camino este va a ser largo. Posiblemente muy largo y muy duro, dados los intereses implicados. Por eso, me voy a permitir hacer más las palabras con que Humberto Eco finaliza su escrito para dirigirme a los científicos independientes que investigan honestamente y se niegan a formar parte de esta confusa y, en ocasiones, vergonzosa situación: Resistid, resistid, resistid. Y buen trabajo.

# SUCESOS EXCEPCIONALES DE LA EVOLUCIÓN

**Texto de la conferencia impartida dentro del ciclo de conferencias sobre evolución organizado por la asociación de estudiantes GEB, censurado por su abundancia de defectos formales.**

Máximo Sandín

*Una verdad científica no triunfa a base de convencer a sus oponentes y hacerles ver la luz, sino más bien lo contrario, porque sus oponentes eventualmente van muriendo y crece una nueva generación que está familiarizada con ella. Max Planck.*

A mis estudiantes

Y a todos los estudiantes

## **Una estimulante confusión**

Resulta paradójico que el que se dice que va a ser "el Siglo de la Biología", comience con esta disciplina sumida en una gran confusión. Desde luego, esta interpretación puede parecer infundada si hacemos caso a los que presentan los grandes logros científicos que se han obtenido como los que nos permitirán acabar con el hambre y con las enfermedades "que azotan a la Humanidad". Que pueden, entre otras muchas cosas, prolongar nuestras vidas y ayudarnos a detener la destrucción del medio ambiente. Porque la impresión que se transmite es que estos avances nos han permitido (o nos van a permitir en breve plazo) tener todos estos problemas "controlados".

Sin embargo, cuando se observan los logros reales, se puede llegar a la conclusión de que estos objetivos no sólo distan mucho de ser conseguidos, sino que en muchos casos parece haberse obtenido el efecto contrario. Los cultivos transgénicos se han mostrado como un grave peligro para los ecosistemas. Los experimentos de "terapia génica" y los xenotransplantes han sido detenidos ante la constatación de que (entre otros peligros) conducían a la muerte de los pacientes. Las supuestas clonaciones han resultado un fiasco que se pone de manifiesto en la escasa viabilidad de los (insisto: supuestos) clones. La ausencia de resultados eficaces en la investigación sobre los tratamientos del cáncer y el SIDA, que parece consistir en dar "palos de ciego" a la búsqueda de sustancias capaces de interferir en alguno de sus procesos, es evidente...

Cabe preguntarse si no existirá un factor común responsable de estos fracasos. Porque parece absurdo que se sigan produciendo cuando es evidente que disponemos de una enorme y creciente cantidad de información sobre los procesos biológicos. Pero Edgar Morin, sociólogo y filósofo interdisciplinario, nos ofrece un diagnóstico de esta situación que quizás sea conveniente tener en cuenta: *Hemos alentado a nuestros mejores cerebros a concentrarse, no en la comprensión del todo, sino en el análisis de fragmentos cada vez más pequeños. Desde esta situación, y encandilados por las nuevas tecnologías, que nos permiten disponer de gran cantidad de datos, se ha generado una crisis por exceso de información pero sin organización desde paradigmas de contextualización de elaboración conceptual, que permitan una comprensión significativa de los problemas. Nos encontramos como el personaje del cuento de Borges, Funes el memorioso. Funes, un peón de campo, sufre un accidente cuyo efecto es dotarlo de una capacidad de percepción y de memoria prodigiosas. Funes podía ver cada punto, cada matiz, cada nervadura, cada pequeño detalle de cada árbol. Pero lo que no podía ver era el árbol. Lo que había perdido, según Borges, era su capacidad de pensar; es decir, de organizar los datos en base a estructuras significativas.* Es decir, cabe responder que ese factor común puede estar en la existencia de un auténtico "vacío" en la concepción (la interpretación) de muchos fenómenos biológicos de reciente descubrimiento y, por tanto, en la interpretación de los datos de que disponemos dentro de un contexto general. Un problema que tiene su origen en la falta de consistencia de la base teórica de la Biología, es decir, en la explicación de los fenómenos de la vida. De cómo y porqué han surgido los distintos tipos de organización animal y vegetal, de cómo se relacionan los organismos entre sí y con el entorno, o lo que es lo mismo: "La" teoría de la evolución.



La concepción reduccionista, lineal, aleatoria y, sobre todo, competitiva de las relaciones entre los seres vivos e incluso entre sus más simples componentes, que caracteriza las explicaciones darwinistas de la Naturaleza, ha quedado desbaratada por un arrollador aluvión de datos que contradicen radicalmente esta visión. La información genética se está mostrando como resultado de un proceso mucho más complejo que la "codificación" de una proteína por "un gen", sino que es la consecuencia de la interacción entre todos los componentes del genoma (ADN, ARN y proteínas, nucleares y extranucleares) y está modulada por el ambiente. El cambio de organización morfológica se ha podido observar experimentalmente como un fenómeno simultáneo y coordinado que conduce a remodelaciones globales (es decir, no graduales ni "al azar"). Los fundamentales fenómenos de cooperación, en los que todos los elementos de un sistema biológico son imprescindibles para su funcionamiento, se han podido constatar desde el nivel molecular hasta el ecosistémico.... (Ver Sandín, 2002). Sin embargo, en los libros de texto, en los artículos científicos, en las aulas de la Universidad, se sigue hablando de alelos y frecuencias génicas, de mutaciones al azar como motor del cambio evolutivo, de hipótesis sobre la transición gradual (y también al azar) del hábitat marino al terrestre, de la competencia como modeladora de los ecosistemas...

Si recurrimos a los más prestigiosos y reconocidos teóricos de la evolución para intentar disponer de un criterio que nos permita dilucidar si estos nuevos conocimientos cuestionan totalmente o sólo en parte la teoría convencional nos encontramos, no con argumentos, sino con sentencias que tienen todo el aspecto de dogmas intocables: para Richard Dawkins, por ejemplo, *Darwin nos dijo ya básicamente todo lo que sabemos y necesitamos saber sobre la vida*. (Horgan, 1998). Es más, según Gunter Stent de la Universidad de Berkeley, *La biología evolutiva, en particular, había concluido con la publicación por parte de Darwin de "El origen de las especies"*, un libro que, según Steve Jones (2003): *Cuando lo lees te das cuenta de lo admirable que es la obra de Darwin. Lo terminas y dices: ya está, es verdad, todo es como lo cuenta Darwin*.

Pero la sensación de confusión que producen estas evidentes contradicciones se acentúa cuando acudimos a textos de influyentes científicos o divulgadores cuyos títulos parecen sugerir una visión crítica o heterodoxa de la teoría evolutiva "clásica" (un aparente intento de renovación) y lo que nos encontramos es una desalentadora inconsistencia, una ausencia de postura clara y una nueva variedad de contradicciones. Así. Lynn Margulis, en su libro "Una revolución en la evolución" (2002) escribe: *Las poblaciones "sin restricciones", en terminología de Darwin, crecen más allá de sus límites. Las fuerzas ambientales cotidianas, como falta de agua, superpoblación y hambre, impiden la expansión indefinida de la que son capaces las poblaciones. Eso es la selección natural. Y a continuación: El lenguaje de la evolución a veces parece ofuscar más que iluminar /.../ Rechazo los términos financieros (coste-beneficio, gasto, desventaja) y los símbolos matemáticos simples (+ para la simbiosis y - para parasitismo) para reemplazarlos con descripciones más adecuadas. Nunca se ha mostrado la capacidad de la actual teoría neodarwinista para explicar los orígenes de nuevos caracteres hereditarios de la vida y nuevas especies. (Pág. 33). Sin embargo, más adelante, cuando habla de la teoría endosimbionte, afirma: La primera fusión celular, precursora de la fecundación podría haber sido consecuencia del canibalismo: un microorganismo se comió a otro sin digerirlo. (Pág. 158). A la luz de sus anteriores argumentos, resulta algo "oscuro" el carácter iluminador del término "canibalismo" para calificar la fusión de "un" microorganismo con otro diferente. Del resto de sus explicaciones cabe deducir que "ese" único microorganismo eucariota tendría una gran ventaja sobre los demás, ya que según la continuación de la historia: *Al establecerse el sexo meiótico prosperó*. La exhibición de contradicciones se complementa con el hecho de que, aunque las críticas y descalificaciones del neodarwinismo son una constante a lo largo del texto, Margulis se declara, una y otra vez, darwinista sin que podamos tener una idea clara de a qué darwinismo se refiere.*

Otro ejemplo de inconsistencia conceptual y de conclusiones desconcertantes lo representa el libro, de sugerente título, "Deconstruyendo a Darwin" (2002) de Javier Sampedro. Una "deconstrucción" tan ligera que, más bien, parece un remozamiento. Los datos que aporta son una recopilación muy actualizada de información, especialmente sobre genética molecular y del

desarrollo, así como referencias a distintos puntos de vista de científicos darwinistas sobre los procesos evolutivos. Son algunas de sus propias interpretaciones las que vamos a intentar poner en claro: *Mi fe en el darwinismo se ha disipado por las más grises, planas y aburridas razones científicas, exactamente igual que mi fe en que toda partícula infecciosa debe contener su propio ADN se disipó cuando Stanley Prusiner demostró la existencia de los priones /.../ Pese a las arraigadas convicciones darwinistas de mi juventud, he llegado a persuadirme, a base de palos propinados por la evidencia de que (al menos algunas de) las principales innovaciones biológicas de la historia de la Tierra tienen un mecanismo causal no darwinista, no explicable por la lenta acumulación de pequeñas mejoras adaptativas.* (Pág.137). Una de ellas es el origen de la célula eucariota: *La célula eucariota se formó por simbiosis, es decir, por la suma de tres (o más) módulos genéticos completos y previamente funcionales: tres genomas bacterianos, de hecho. Esto no quiere decir que la selección natural no exista, ni tampoco que no tuviera algún papel en aquel suceso concreto.* (Pág. 138). ¿Cuál es, pues, la conclusión clara que se puede obtener entre los paréntesis y las matizaciones? Quizás la única afirmación rotunda y concreta que se puede encontrar en el texto: sus palabras finales. *Para mí constituye una grandísima paradoja que buena parte del mundo científico aceptara la teoría de Darwin para todo **excepto** para la evolución de la sacrosanta mente humana, que de algún modo debía quedar a salvo de la barbarie mecanicista de la selección natural. Porque si hay algún dispositivo biológico que apesta a adaptación darwiniana por todos los poros, ése es precisamente la mente humana /.../ Nada en la consciencia humana tiene sentido si no es a la luz de la adaptación darwiniana por selección natural.* Pero las indefiniciones y las contradicciones tienen una justificación final: *Me complace que este libro haya resultado al final tan poco dogmático. Y ahora perdónenme, que he quedado para tocar la guitarra.*

A veces da la impresión de que está surgiendo una especie de “moda” de declararse heterodoxo, pero dentro de unos límites, es decir, una especie de “no, pero sí” que a lo que verdaderamente contribuye es al aumento de la confusión y a obstaculizar el verdadero cambio de interpretación. Y un (último) exponente de esta tendencia brilla con luz propia: El libro “Fósiles, genes y teorías. Diccionario heterodoxo de la evolución” (2003) de Jordi Agustí. La relación entre lo que se encuentra al abrir sus páginas y lo que parece indicar el título sólo es comparable a la que se encontraría en el libro “Camino” con las tapas del “Decamerón”. Una enumeración de los tópicos más “clásicos” de la evolución (algunos, incluso rancios), mezclada por orden alfabético con reseñas de científicos evolucionistas, cuyo aspecto “heterodoxo” parece ser el enmarañamiento de la exposición (Una especie de “Rayuela” de la evolución). Así, la “heterodoxa” definición de la selección natural (*El descubrimiento casi simultáneo por parte de Darwin y Wallace del concepto de selección natural como mecanismo capaz de explicar la actual diversidad de la biosfera constituye uno de los grandes logros intelectuales del pensamiento humano. Como pusieron de relieve estos autores, la evolución operaba a través de pequeñas modificaciones prácticamente imperceptibles, las cuales se iban acumulando lenta y gradualmente por efecto de la selección natural de aquellos individuos más aptos, que lograban sobrevivir y así transmitir sus características a la descendencia.*) se encuentra situada entre “Selección de especies” y “Simpson, George Gaylord”. La “Macroevolución” entre “Lyisenko, Trofím” y “Mayr, Ernst”, la “Eficacia biológica” entre “Dryopithecus” y “Eldredge, Niles”... Unos mareantes “itinerarios” en las páginas finales permiten seguir la lectura por temas, como en los libros ortodoxos. La mejor valoración de su aportación, nos la ofrece Juan Luis Arsuaga en el prefacio: *Sólo me queda por hacer un comentario final. Jordi Agustí ha procurado ser tan objetivo en el análisis de las distintas ideas y escuelas que compiten en el campo de la teoría evolutiva, en permanente ebullición, que nos quedamos sin saber qué piensa él. Nos debe otro libro.*

Lo que resulta sorprendente es que los planteamientos más contradictorios (desde los más clásicos hasta los más “revolucionarios”) y las *distintas ideas y escuelas que compiten en el campo de la teoría evolutiva* no parecen encontrar problemas en coexistir bajo el amplio y difuso manto del darwinismo, y que la indefinición (o la confusión) se califique de “objetividad” o de ausencia de “dogmatismo”.

Esta situación de auténtica crisis, tal vez produzca una sensación de desconcierto y un efecto poco estimulante para los jóvenes biólogos (y para los biólogos en ciernes) pero el resultado puede ser todo lo contrario: muy estimulante. Porque quizás éste sea el indicio de que, efectivamente, estemos comenzando "el Siglo de la Biología" pero no en el sentido de sus "crecientes aplicaciones" sino, tal vez, en el sentido inverso: en el de una comprensión cada vez mas profunda de los fenómenos biológicos y, como consecuencia, de la toma de conciencia de los peligros de interferir en ellos sin comprenderlos realmente y, por lo tanto, sin poder controlarlos. Porque lo que parece claro es que esta situación no puede prolongarse mucho tiempo, y son cada día más las voces muy cualificadas que plantean la necesidad de renovar las bases conceptuales de la Biología, lo que abre un enorme abanico de posibilidades para que los nuevos científicos, libres de la carga de inercia dogmática que soporta nuestra disciplina, tengan la oportunidad de aportar nuevas ideas que conduzcan a la elaboración de un nuevo modelo teórico más congruente con la realidad de los fenómenos naturales. El prestigioso pionero de la genética molecular, Sidney Brenner, con motivo de la secuenciación (parcial) del Genoma humano, realizó unas declaraciones en este sentido que pueden resultar esclarecedoras: *La Biología pronto será una disciplina teórica, y su reto será reconstruir el pasado*. Por si no queda claro a qué se refiere, este otro comentario puede ser más concreto: *Los jóvenes científicos más brillantes se dedicarán a reconstruir la historia de la vida*.

### **La trampa del lenguaje**

Pero quizás sea conveniente señalar la existencia de ciertos obstáculos en este camino que pueden llegar a convertir esta situación de crisis en crónica, porque hagan muy difícil la identificación de los errores. Los conceptos y la terminología darwinistas, con su carga consiguiente de interpretación de la realidad, están tan profundamente arraigados en el vocabulario biológico (incluso en el lenguaje coloquial) que han pasado de ser las hipótesis puramente especulativas que eran en su origen a elementos constitutivos del lenguaje científico, y son utilizados sistemáticamente para describir (interpretar) todo tipo de proceso natural, independientemente de que se considere o no el contexto evolutivo. Así, se utiliza la "competencia entre las histonas y los factores de transcripción" para referirse a la expresión génica, el "barajamiento" (es decir, el azar) para describir reordenamientos cromosómicos, la "competencia entre las células" para explicar el coordinado proceso embrionario. Se denomina "presión de selección" a las presiones ambientales, se utiliza el término "radiación adaptativa" para definir indistintamente la "explosión del Cámbrico" o la variabilidad en los grosores de los picos de los pinzones... Este fenómeno es, curiosamente, tanto más acentuado cuanto más alejados parecen encontrarse los enfoques científicos y los objetivos del estudio del contexto evolutivo. Es muy común el reconocimiento, por parte de investigadores que realizan estudios muy avanzados en distintos campos de la Biología molecular y de la Genética, de su total falta de formación (y en muchos casos, de interés) sobre la evolución. Pero lo más sorprendente es que existen científicos, que utilizan abundantemente esta terminología evolutiva, que parecen compartir la visión popular de que la evolución es sólo "un tema muy interesante", es decir, desligado del presente. Este desinterés por los procesos evolutivos resulta tan absurdo para un biólogo como sería para un químico aprender a producir compuestos y a utilizar los términos "sulfato", "reducción", "metilación"... sin tener el menor conocimiento de la tabla periódica de los elementos.

Y no parece ser éste el único problema (en sí mismo, suficientemente difícil de superar) que plantea el intento de poner un cierto orden en el caos teórico en que está sumida la Biología. Para muchos científicos parece que "no pasa nada". Porque existe una incomprensible obcecación en negarse a admitir que la creciente acumulación de información que desmiente las interpretaciones tradicionales conduce a plantearse la necesidad de un cambio de perspectiva. Una actitud totalmente contraria al espíritu científico, que tiene entre sus principios no dar nunca ningún conocimiento o teoría por definitivos y someterlos permanentemente a un análisis crítico, porque es un intento de mantener la concepción darwinista de la Naturaleza (que ha pasado a convertirse en creencia) contra todas las evidencias (tanto históricas como científicas) y de introducir los nuevos datos, por contradictorios que sean, en el modelo "clásico", aunque para ello se tenga que recurrir a la retórica

mas elaborada, pero menos coherente que se pueda concebir. Esta actitud está nítidamente representada en un ensayo de Antonio Calvo Roy (2002), cuyas conclusiones dan título al presente escrito: Se trata de una dura crítica al libro "La tautología darwinista y otros ensayos de Biología" de Fernando Vallejo, seguida de un elogio altamente "constructivo" del, ya mencionado, "Deconstruyendo a Darwin" de Javier Sampedro, que finaliza así: *Con generosidad y con rigor, el periodista aborda la evolución del evolucionismo y llega hasta nuestros días para ofrecer una síntesis posible de la historia de la vida en la Tierra: Muy pocos momentos únicos de grandes saltos no darwinistas, crisis de especiaciones con cierta frecuencia, como las que propone Gould en su equilibrio puntuado, y selección natural en la mayor parte del tiempo de la vida. Nada de adaptación, sino mutaciones acertadas en una historia de constantes saltos en el vacío (jirafas de un solo golpe, camellos justo en el desierto) es, en cambio, la propuesta de Vallejo. En todo caso, dos demostraciones más de la buena salud de Darwin.* Un "diagnóstico" que se puede compartir a condición de que se admita que una perfecta salud es compatible con un "trastorno psicológico disociativo", porque convertir los hechos comprobados en excepciones y las especulaciones o creencias jamás verificadas en la norma, puede ser considerado como la construcción de una especie de realidad virtual. Porque sólo esas "pocas excepciones" son suficientes para demostrar la invalidez del modelo teórico. Pero además, si los "pocos momentos" de grandes saltos "no darwinistas" y las frecuentes "crisis de especiaciones" son precisamente los sucesos en los que se producen los cambios evolutivos (los "hechos fundamentales" de Crick), y "la mayor parte del tiempo", durante la cual lo que se observa es la "estasis" evolutiva, es cuando está actuando la selección natural, ¿cuál es exactamente su papel en la evolución?

Pero, antes de intentar responder a esta pregunta, quizás sea conveniente comenzar por preguntarnos de qué estamos hablando exactamente cuando nos referimos a "la evolución". Porque **si no se define con un mínimo de precisión el fenómeno a estudiar, corremos el riesgo de no saber qué es lo que se está buscando, e incluso de no comprender qué es lo que se ha encontrado.**

Si prescindimos de definiciones (o creencias) clásicas, y nos limitamos a describir lo que se observa en el registro fósil y en los organismos vivos, lo que encontramos a lo largo del primero, es la aparición, de una forma discontinua y repentina, de distintos tipos de organización que, a gran escala, también representan distintos niveles de complejidad (si bien lo que podemos considerar el nivel "más bajo", representado por las bacterias, es, en sí mismo, de una gran complejidad). Parece razonable admitir que un organismo eucariota unicelular (aparecidos hace unos 1400 millones de años) es más complejo que una bacteria (presentes en el registro fósil desde hace alrededor de 3600 millones de años), y que un organismo multicelular (cuya entrada en escena se data en torno a los 675 millones de años) es más complejo que uno unicelular, porque también hemos podido comprobar empíricamente que unos constituyen, sucesivamente, los componentes de los otros.

A partir de la aparición de los organismos multicelulares, lo que nos muestra el registro fósil, cada día más informativo, son grandes cambios de organización morfológica en fauna y flora, expresados en bruscas explosiones de diversidad y coincidentes, en su mayoría, con disturbios geológicos que dan inicio a los grandes períodos que han recibido sus denominaciones, fundamentalmente, por sus faunas características. (De hecho, las representaciones actuales de las filogenias animales y vegetales han renunciado a las tradicionales en forma de árbol, e incluso a las líneas discontinuas para representar las inexistentes formas intermedias. Puede comprobarse, entre otros, en <http://www.ucmp.berkeley.edu/phyla/metazoaf.html> de la Universidad de Berkeley). Las "formas de transición" entre un tipo y otro de organización que, según la concepción tradicional deberían existir "en un número inconcebiblemente grande" (por lógica, incluso aunque el registro fuera extremadamente incompleto, deberían ser mucho más numerosas que las supuestas "formas finales") siguen ausentes del registro fósil por más que su hallazgo haya sido el objetivo fundamental de los paleontólogos durante más de 150 años. Un objetivo que siempre ha acabado por ser sustituido por el de explicar "porqué no se encuentran".

Es decir, **se trataría de buscar algún fenómeno que permita explicar lo que observamos, y no**

**de intentar explicar porqué no podemos ver lo que esperamos.** Y, dado que lo que observamos resulta muy diferente a lo que cabría esperar según la concepción tradicional de la evolución, es de suponer que el fenómeno buscado también lo sea.

Para ello, abandonemos por el momento el registro fósil e intentemos dilucidar cómo se han podido producir estos cambios en los seres vivos a la luz de los nuevos conocimientos. Si las características morfológicas de un organismo se producen durante la morfogénesis, parece obvio que un cambio de morfología ha de tener lugar mediante una modificación en el proceso morfogenético. Y sabemos que éste es un fenómeno extremadamente jerarquizado e interconectado en el que unos pasos necesitan de otros previos y que los procesos embrionarios están interrelacionados de tal forma que una alteración de su curso produce un cambio “en cascada” que conduce a grandes modificaciones en el resultado final. Modificaciones que serán tanto mayores cuanto más temprana sea la fase del desarrollo en que se produzcan, por lo que un cambio en la organización general no puede producirse mediante la acumulación de pequeños cambios en variaciones superficiales “prácticamente imperceptibles”.

Por tanto, para intentar comprender cómo se ha producido la evolución lo que habrá que buscar son procesos que permitan explicar, a la vez, lo que se observa en el registro fósil y lo que se observa en los seres vivos, es decir, **fenómenos comprobables, verificables**, que tengan relación con la formación de organismos complejos a partir de otros más simples y datos o experimentos que permitan comprender cómo se pueden producir los cambios morfológicos y estructurales durante la embriogénesis.

Esto último resulta tan evidente que (¡por fin!) ha surgido un nuevo campo de investigación sobre las implicaciones del desarrollo embrionario en la evolución: la *Evo-Devo Biology*. Los datos que aportan estas investigaciones son verdaderamente impresionantes, sin embargo la, al parecer obligada, interpretación dentro de los (amplios) márgenes de la teoría ortodoxa o, al menos, de su vocabulario (los “barajamientos” de grupos de genes, la denominación de “mutaciones” a los reordenamientos o duplicaciones, la “competencia” entre las células, la “selección familiar” para explicar el origen de los organismos multicelulares...) dificulta enormemente la comprensión del significado de estos fenómenos.

Pero ni siquiera esto implica que se haya concedido al proceso embrionario su auténtico papel en la evolución (es sólo “otra” especialidad). La confusa distinción entre “microevolución” (es decir: variabilidad) y “macroevolución” (es decir: evolución), cuya supuesta continuidad “con el tiempo” se ha dado por cierta sin la existencia de la menor prueba (más bien, existen pruebas de su imposibilidad), permite otro “apartado” en las revistas y textos científicos en el que, bajo el epígrafe “Evolución” se nos habla de altruismo y egoísmo, de selección de grupo, de la competencia entre los animales o entre las plantas para “propagar sus genes”... a pesar de que estos procesos, en el caso de que realmente existan y no sean una deformación antropocéntrica de los fenómenos naturales, no tengan la menor relación con los complejos procesos genéticos y embriológicos implicados en los cambios evolutivos. Dentro de esta situación resulta muy difícil intentar sacar a la luz los problemas de la teoría ortodoxa, ya que todo es evolución (adaptación es evolución, especiación es evolución, incluso emigración es evolución...), y la simple “demostración” de que en la Naturaleza existe algo que denominamos “competencia” es suficiente para validar la teoría oficial.

Ante este obstáculo, que dificulta cualquier intento de debate sobre la evolución porque resulta muy difícil llegar a un acuerdo, ni siquiera sobre el punto de partida, es decir, de qué se está hablando, puede ser razonable, para finalizar este largo preámbulo, recurrir a uno de los más grandes filósofos de la Ciencia, Paul Feyerabend, por si nos puede iluminar sobre el problema (y las consecuencias) de la trampa del lenguaje en que está sumida la Biología: *Llegados a este punto, podemos querer comparar, en nuestra imaginación y de manera abstracta, los resultados de la enseñanza de lenguajes diferentes que incorporan diferentes ideologías. Podemos querer cambiar conscientemente algunas de estas ideologías y adaptarlas a puntos de vista más “modernos”. Es*

*muy difícil decir cómo cambiaría esto nuestra situación, salvo que hagamos el supuesto adicional de que la cualidad y la estructura de aquellas sensaciones que entran en el cuerpo de la ciencia, son independientes de su expresión lingüística. Dudo mucho acerca de la validez incluso aproximada de este supuesto, que puede refutarse mediante ejemplos simples. **Y estoy seguro de que nos estamos privando a nosotros mismos de nuevos y sorprendentes descubrimientos en tanto que permanezcamos dentro de los límites definidos por él.** (El subrayado es mío).*

#### CUADRO 1 (Opcional)

##### **Con permiso y contra los consejos, me permito insistir...**

Una objeción muy frecuente a mis intentos de poner de manifiesto los componentes culturales y sociales de la teoría darwinista es que “no es una crítica científica, sino ideológica”, lo cual resulta una obviedad (en lenguaje científico, una perogrullada), porque lo que se está analizando es precisamente una ideología. Este intento de descalificación resulta sorprendente, viniendo de creyentes en una doctrina supuestamente científica cuyos conceptos centrales, sus argumentos y su terminología son, como ha sido señalado por pensadores de la talla de Bertrand Russell, G. Bernard Shaw o Arthur Koestler, una proyección sobre la Naturaleza de los principios económicos y sociales de lo que ahora se conoce como “economía de mercado”, pero que sigue siendo lo mismo que fue desde el principio, es decir, un juego de palabras para justificar “científicamente” la explotación. (Pero parece que los prejuicios son sólo los de los otros: los prejuicios propios son “la verdad objetiva”). Quizás sea conveniente insistir en algo que también han puesto de manifiesto distintos filósofos de la Ciencia, así como brillantes científicos, pero que no parece necesario documentar porque resulta del más elemental sentido común: nadie, ningún ser humano, está libre, en la formación de su pensamiento, de las influencias recibidas de su entorno cultural y social, de su formación y de sus experiencias personales que, en definitiva, le dotan de una determinada concepción (interpretación) de la realidad, es decir, de una ideología. (En este contexto, los que se autoproclaman carentes de ideología, lo que manifiestan en realidad es su conformidad con la ideología dominante). Ningún científico (a no ser que, como Funes el memorioso, padezca de algún problema que limite la funcionalidad de su cerebro) puede pretender que sus interpretaciones estén libres de estas influencias, y sería bueno tomar conciencia de este hecho, porque si se carece de la capacidad para reconocer un fenómeno tan evidente, difícilmente se estará capacitado para percibir otros menos obvios.

No me cansaré de insistir sobre la importancia de este fenómeno que, si subyace en todas las teorías científicas, como han puesto de manifiesto, entre otros, Max Planck o Albert Einstein para una disciplina tan aparentemente desligada del contexto social como la Física, qué no ocurrirá en el caso de la que pretende explicar las relaciones entre todos los seres vivos (especialmente los humanos), su origen e, incluso, su comportamiento. Por eso, a pesar de que estas críticas se utilizan para descalificar (“de un plumazo”) la totalidad del contenido científico de los textos en que aparecen y, a pesar de que he sido apercibido por amigos y colegas de buena fe (sí, existen) de que este aspecto puede ser considerado como “el punto flaco” de mis argumentos científicos, me resisto a renunciar a dejar constancia de ello, porque estoy convencido de que si no se tiene en cuenta este hecho difícilmente se podrán identificar los problemas de interpretación de la teoría evolutiva.

Por eso mismo, no puedo dejar de admitir que mis argumentos y su terminología (integración, cooperación, coexistencia, igualdad en la “aptitud”, necesidad de todos los seres vivos...) reflejan, inevitablemente, una postura ideológica opuesta a la de “la competencia”, “el más apto”, “el costo-beneficio”, “la explotación de recursos” ... y, desde luego, poco conforme con la dominante en el Mundo. Pero, en cualquier caso, y asumiendo que todos los

términos usados para describir la realidad desde distintas perspectivas *incorporan distintas ideologías*, se trataría de comprobar qué prejuicios se ajustan más adecuadamente a los fenómenos naturales.

La conclusión-confesión a que quiero llegar con esta disquisición es que, aunque en lo escrito hasta ahora y en lo que sigue a continuación he eludido y eludiré (hasta nuevo aviso) este aspecto del problema teórico (para que no “degrade” el análisis científico), quiero insistir en que considero esencial tenerlo en cuenta, y que pretender ignorarlo puede ser un error irreparable, por lo que, una vez más, quiero dejar constancia de ello.

### **(Hacia) un nuevo modelo teórico**

La tarea de interrelacionar la ingente cantidad de información sobre los fenómenos biológicos existente en la actualidad mediante un modelo teórico que les dote de sentido y coherencia, es una labor formidable que requeriría los esfuerzos conjuntos de especialistas de todos los campos de estudio de la Biología y, seguramente, de otras disciplinas como Matemáticas, Química, Física y, posiblemente, (tal vez, especialmente) de otros ámbitos de la búsqueda del conocimiento, como la Filosofía. Pero la deriva de la investigación hacia la Biología aplicada, la creciente (e inevitable) especialización, el (evitable) carácter competitivo de la investigación y el clima general antes expuesto, no conforman una situación propicia para esta labor cooperativa (con perdón). Esto puede ser la justificación (así lo espero) del atrevimiento de intentar plantear, a título individual, las bases de un modelo alternativo (más bien, opuesto) al convencional, formulado por primera vez en 1995 y concretado en 1997 con la denominación de “**Integración de sistemas complejos**”.

Puede parecer pretencioso o, incluso, candoroso el intento de plantear las bases (o el bosquejo) de "un nuevo modelo teórico", nada menos que para una ciencia con tal cantidad de campos de estudio y tan gran cúmulo de conocimientos como es la Biología, pero he recibido recientemente la justificación (o al menos, la exculpación) mediante el hallazgo de una propuesta de Erwin Schroedinger para hacer frente al problema de la dispersión y descontextualización de los conocimientos científicos: *Yo no veo otra escapatoria frente a este dilema (si queremos que nuestro verdadero objetivo no se pierda para siempre) que la de proponer que algunos de nosotros se aventuren a emprender una tarea sintetizadora de hechos y teorías, aunque a veces tengan de ellos un conocimiento incompleto e indirecto, y aún a riesgo de engañarnos a nosotros mismos.*

Bajo esta protección moral y en la convicción de que, en el caso de resultar una interpretación errónea no sería perjudicial ya que no se puede obligar a nadie a aceptarla, me voy a permitir, una vez más, exponer a la consideración de los lectores, esta vez de un modo más explícito, sus (posibles) bases conceptuales, su (posible) significado y sus (posibles) implicaciones en la interpretación de los fenómenos biológicos. Este nuevo intento surge de la sospecha de que, a juzgar por cómo ha sido recibida esta propuesta en el entorno más próximo, con actitudes que van desde el estupor hasta la indignación, pasando por la (al parecer, mayoritaria) negación de su existencia, quizás no haya sido planteada anteriormente con suficiente claridad como (base de) modelo teórico, aunque no se pueden descartar otros motivos para su “inexistencia”.

Previamente, quiero dejar constancia de dos consideraciones que pueden mitigar la sensación de falta de prudencia (o modestia) científica que puede producir en el lector el atrevimiento de plantear "una nueva propuesta teórica". En primer lugar, (y por si esto puede contribuir a que sea tenida en cuenta) que no existe por mi parte la menor pretensión de originalidad en la formulación de los "mecanismos" y procesos evolutivos. Todos han sido propuestos por distintos autores (algunos muy antiguos), rechazados en su momento y desechados en su mayoría. Lamarck, Cuvier, Goldsmith, Child, Merezhkovsky, Gould y Eldredge, Steele, Hoyle (Ver Sandín 1995, etc.) han planteado, en diferentes contextos y, en algunos casos, con diferentes significados, cada uno de los componentes fundamentales de esta propuesta. Simplemente, se ha tratado de interrelacionarlos en un contexto general a la luz de nuevos datos que les dan coherencia y, desde mi punto de vista, un significado

diferente al atribuido por estos autores en sus aportaciones individuales.

En segundo lugar, soy consciente de que se trata de un punto de partida. Cuando lo planteo como "modelo" pretendo indicar que no se trata de una teoría (como, sorprendentemente, de autodenomina el darwinismo), porque una teoría científica ha de disponer de algún tipo de reglas precisas que permitan relacionar, comprender (y, por tanto, predecir) **todos** los fenómenos que pretende explicar. Desde luego, la enorme amplitud del campo de estudio y la gran cantidad de información (sorprendente) que se está obteniendo sobre la enorme complejidad de los más ínfimos procesos biológicos supera las limitaciones, no ya de una persona sino, posiblemente, de varias generaciones, lo que abre un enorme campo de posibilidades para nuevas aportaciones y, sobre todo, nuevas interpretaciones, que permitan la elaboración de una verdadera teoría científica para la Biología.

Por eso, si se me permite, animo a mis colegas (en el más amplio sentido, lo que incluye desde los estudiantes de primer curso, y sólo excluye a los que "ya se lo saben", los cuales, lógicamente, no tienen nada que aportar) a seguir los consejos de Brenner y Schroedinger: a dudar, a criticar, a reflexionar, a proponer y a confundirse, porque seguramente es una actitud (y una actividad) más científica que la de "comulgar con ruedas de molino" o practicar la rutina y el dogmatismo de una supuesta teoría sin base real.

### **La “integración de sistemas complejos”**

El concepto de “integración de sistemas complejos” parte de la existencia de dos hechos constatados empíricamente (dos “sucesos excepcionales”); el origen de la célula eucariota, como resultado de la agregación de bacterias, y la capacidad de los virus de insertarse en los genomas como un “paquete completo de información”, junto con la idea de que la información genética es un fenómeno de gran complejidad que implica la interacción simultánea de ADN, ARN y proteínas de una forma muy precisa, es decir, funciona como lo que Michael Behe (1999) ha denominado un “sistema irreductiblemente complejo”. Y esto último se refleja en que el más “elemental” sistema vivo (autorreproducible) sólo puede existir mediante la actividad simultánea de estos tres tipos de moléculas, a su vez de una extraordinaria complejidad, en condiciones de aislamiento del medio, es decir, protegidas por una membrana.

La aparición y ensamblamiento de todos estos componentes de una forma independiente, gradual y al azar es una especulación difícil de apoyar e imposible de demostrar que ya ha sido discutida anteriormente (Sandín, 2002), pero de lo que sí tenemos pruebas reales es de la aparición de los primeros sistemas vivos en la Tierra. La repentina presencia de las bacterias en unas condiciones que hacían imposible la vida tal como la conocemos resulta tan desconcertante para la concepción tradicional que ya se está planteando “oficialmente” la posibilidad de que su origen sea exterior a la Tierra (Ver Ball, 2001). Esta posibilidad, junto con el hecho de que las bacterias fueron las que crearon las condiciones atmosféricas necesarias para la vida que conocemos, les dota de un carácter digno de una atención y una consideración muy especial. Pero no sólo por eso. Su demostrada participación en el origen de las células de que están compuestos todos los seres vivos acentúa su carácter especial, y es el primer “salto evolutivo” producido por la integración de varios sistemas complejos en otro de mayor complejidad.

La extremada conservación de los procesos genéticos y celulares básicos de origen bacteriano en los seres vivos actuales (Gupta, 2001; Margulis, 2002) es una de las más fuertes refutaciones de la hipótesis del azar en los cambios evolutivos, pero además nos han aportado informaciones muy sugerentes sobre el origen de la vida en la Tierra: William Ford Doolittle (2000), ha estudiado el ARN ribosómico de eubacterias y arqueobacterias (o arqueas) y ha llegado a la conclusión de que no se puede hablar de un origen común en la forma tradicional de un árbol con una raíz, sino de la existencia de “una comunidad ancestral” de células primitivas. Aunque la prudencia (o los preconceptos) parecen obligar a enunciar estas conclusiones tan significativas de una forma un tanto



ambigua, parece claro lo que quiere decir: que los distintos tipos de bacterias que aparecieron en la Tierra no pudieron surgir a partir de un antecesor común, sino que tuvieron que ser diferentes desde el principio.

Esta, aparentemente extraña, posibilidad viene apoyada por una "reinterpretación" del estudio sobre el "Origen de los ecosistemas" de Ricard Guerrero, uno de los más prestigiosos expertos españoles en ecología y genética microbiana y estudioso del origen de la vida, con un argumento que parece de gran peso, aunque esté condicionado por la visión convencional de la evolución de la vida "a partir de una primera célula": *Las mutaciones que originaron cambios en el metabolismo de las primeras células causaron el establecimiento de las primeras cadenas tróficas, en las que los productos del metabolismo de unos organismos eran la fuente de nutrientes para otros, permitiendo que se produjese la ecopoyesis. /.../ Cuando la vida se originó en la Tierra, **si no se hubiese producido pronto un reciclado de la materia, los seres vivos, con un metabolismo idéntico, habrían agotado todos los recursos y la vida se habría extinguido en unos 300 millones de años.*** La reinterpretación consiste en cambiar la frase: *Las mutaciones que originaron cambios en el metabolismo de las primeras células*, que es una suposición, por los argumentos, basados en observaciones, de Doolittle.

Las más recientes estimaciones sobre la cantidad y la diversidad bacteriana existente arrojan cifras mareantes: unos dos millones de "especies" (ésta es una denominación discutible, como veremos más adelante) en los océanos y ¡más de cuatro millones! en una tonelada de tierra de un jardín (Curtis et al., 2002). Sólo en las aguas marinas, se ha calculado su número total en más de  $3 \times 10^{28}$ . El número existente en los suelos (y subsuelo) debe de ser prácticamente imposible de concebir. No parece necesario insistir en su papel fundamental para el mantenimiento de la vida: degradación de sustancias tóxicas, fijación de Nitrógeno en plantas, regeneración de suelos y aguas, participación imprescindible en los procesos digestivos (entre otros) de los animales... Su capacidad de "intercambiar información genética", potencialmente entre todos los tipos existentes, hace poco consistente sus denominaciones "específicas". En palabras de Lynn Margulis (2002): *No se puede hablar de especies bacterianas, aunque tampoco de una "única especie"*.

Todo esto (y algunas otras condiciones) convierte en absurda la consideración de las bacterias como "microorganismos patógenos" (en algunos trabajos científicos se puede leer la calificación de las bacterias como "nuestros peores competidores"). Insisto en que si realmente esa fuera su condición fundamental, tendríamos pocas posibilidades de "vencerlas". Cada día está más claro que las bacterias son un componente imprescindible de los fenómenos de la vida, y que su actividad patógena, extremadamente minoritaria en relación a su número total, se ha podido comprobar que está relacionada con la transferencia "horizontal" de genes como respuesta a agresiones ambientales.

En definitiva, si nos intentamos desprender de los tópicos "obligatorios" en la concepción de los fenómenos biológicos y reflexionamos sobre el significado de estos hechos de tanta trascendencia en el origen de la vida y en su funcionamiento actual, no se puede por menos que pensar que las bacterias son "algo especial". Su aparición en la Tierra con todos los procesos metabólicos y genéticos celulares básicos, su actividad en la creación de las condiciones adecuadas para la vida, su sistemática agregación sucesiva (resulta absurdo pensar que ocurrió "una sola vez" o "en un solo individuo" y, sobre todo, como resultado de un "canibalismo") para formar las células eucariotas con sus orgánulos, su actividad reguladora en organismos y ecosistemas... Parece poco menos que una superstición el seguir manteniendo que todos estos fenómenos son resultado de "adaptaciones" surgidas por "mutaciones al azar" y dirigidas por la selección natural. En otras palabras, se puede llegar a la conclusión de que las bacterias **tienen esas capacidades** porque son los componentes básicos de la vida.

Pero no parecen ser los únicos. Las investigaciones (fundamentales) de Radhey Gupta (2000) y William Ford Doolittle (2000) arrojan luz (y, sobre todo, datos) sobre el siguiente "salto" en la evolución: el origen de los organismos multicelulares. El primero ha podido identificar, mediante la

comparación de una gran cantidad de genomas procariotas y eucariotas secuenciados, el origen de grupos concretos de genes de eucariotas: los relacionados con la transmisión de información genética provienen de arqueobacterias; los implicados en el metabolismo celular de eubacterias. Es decir, se trata de los genes que controlan las funciones celulares básicas. Para el resto de los genes de los organismos eucariotas, como pueden ser los que controlan las funciones reguladoras y de desarrollo, y que según Doolittle *se ignora de donde pudieron haber venido* (obsérvese la terminología empleada), encuentra necesaria *la existencia de un cuarto dominio de organismos, extinguido en la actualidad, que transfirió horizontalmente al núcleo de las células eucariotas los genes responsables de estos caracteres*. La síntesis de estas consideraciones (basadas en datos reales) de dos de los más prestigiosos expertos mundiales en el origen de los eucariotas es, por una parte, la extremada conservación de los procesos biológicos básicos (es decir, que son poco susceptibles a las “mutaciones al azar”), por otra, que esta extremada conservación y especificidad de estos procesos hace muy poco probable que los genes responsables del desarrollo en los organismos multicelulares (también tan específicos) hayan podido surgir como consecuencia de mutaciones al azar en genes responsables de estas funciones básicas. Por eso Doolittle habla de la necesidad “de un cuarto dominio” que transfiriera esos genes. Actualmente, sabemos que existe en la Naturaleza algo que no es exactamente un cuarto dominio de seres vivos, que no se ha extinguido, pero que tiene la capacidad de “transferencia horizontal de genes”: Los virus.

El estudio profundo y sistemático de los genomas y las cápsidas de los virus (fagos) de las bacterias y arqueas ha llevado a Zillig y Arnold (1999) a la conclusión de un *origen polifilético* para ellos (no parece necesario traducir de nuevo estos términos). Según estos expertos, *Dado que necesitan una célula para multiplicarse, los investigadores creyeron durante mucho tiempo que los virus tenían como origen genes celulares*. Esta afirmación no parece ser muy realista, porque (en la situación de desorganización teórica de la Biología) “todavía” se puede leer en serios artículos científicos que los virus son trozos de genomas que han “escapado de las células” y que sus cápsidas proceden de la adquisición “de un gen celular (*¿env*)”. Una interpretación basada en la doctrina del *ADN egoísta*, a todas luces absurda, desmentida por las impresionantes características de las cápsidas virales y su *motor molecular* (ver Sandín, 2002), por su posesión de polimerasas muy especiales y porque implicaría que este extraño suceso (*¿aleatorio?*) habría debido de ocurrir tantos millones de veces como posibles tipos de virus existen en la Naturaleza. Porque ésta es otra información que desbarata la vieja concepción de los virus y su papel en los fenómenos naturales. Según los resultados de los estudios sobre los virus en aguas marinas (Fuhrman, 1999), los virus son las “criaturas” más diversas y numerosas de la Tierra. Sólo en las aguas marinas son de 5 a 25 veces más abundantes que las bacterias (cabe suponer que la población de los suelos será, como mínimo, proporcional). Su papel ecológico se puede considerar como la base de los ecosistemas marinos y se especifica concisamente en el resumen del trabajo de Fuhrman en la revista Nature: “Marine viruses and their biogeochemical and ecological effects”, e incluye el control de: *ciclos de nutrientes, respiración del sistema, distribución de partículas por tamaño y tasas de precipitación, biodiversidad de bacterias y algas y distribución de especies, control de la expansión de las algas, formación de sulfuro de dimetilo* (fundamental, al parecer, para la nucleación de las nubes) y *transferencia genética*. Algunas de estas funciones también se están comprobando en ecosistemas terrestres.

Pero, al igual que las bacterias, su presencia en la Naturaleza no está sólo relacionada con su (fundamental) papel ecológico y de transferencia genética horizontal, en la que los plásmidos, también de un evidente origen viral (Sandín, 95), juegan un papel primordial en la transferencia de “genes bacterianos”. La creciente proporción de secuencias de origen viral en los genomas animales y vegetales ha llegado a su culminación con los datos y, en parte, la consiguiente “reinterpretación” de las conclusiones del informe sobre la secuenciación (extremadamente parcial, porque sólo se trata de los genes “que codifican proteínas”) del genoma humano (The Genome Sequencing Consortium, 2001). La relación de secuencias de origen bacteriano, de secuencias reconocibles como derivadas de virus, de *elementos móviles*; transposones y retrotransposones (derivados de

virus y retrovirus) y de *retrovirus endógenos*, añadida a las secuencias repetidas (producidas, inevitablemente, por el proceso mediante el que los retrotransposones se mueven por el genoma, produciendo copias de sí mismos), y sumadas a las secuencias altamente repetidas como los elementos denominados *Alu*, repetidos miles de veces y considerados inicialmente ADN “basura” (es decir ADN “no codificante”) pero que recientemente han mostrado que, **como era previsible** (Sandín, 2001; 2002) *no son ADN basura inútil, sino más bien importantes componentes integrales de los genomas eucariotas* (Makalowski, 2003) y, dado que estos últimos constituyen más del 95% del genoma humano, todo esto lleva a la inevitable conclusión (ver Sandín, 2002) de que **los genomas animales y vegetales están constituidos por una suma de genomas bacterianos y virales.**

El reconocimiento de estos hechos no es una cuestión de falta de **evidencias**, porque son datos que están ahí. Es una cuestión de **interpretación**, es decir, de preconcepciones (o, si se me permite, de prejuicios). Por una parte, sobre su condición: “microorganismos patógenos” (como consecuencia de su descubrimiento a causa de su actividad de causantes de enfermedades); “competidores” nuestros (como consecuencia de la concepción, ya convertida en tradicional, de las relaciones entre los seres vivos); que “sólo buscan reproducirse” (“posiblemente”, como consecuencia de las arraigadas obsesiones culturales, inevitables de mencionar, puesto que hablamos de interpretaciones, sobre el egoísmo, el individualismo, la competencia... implícitas en la formulación del darwinismo, y que se manifiestan de un modo muy patente en la “teoría” del *Gen egoísta*). Por otra parte, y como consecuencia de lo anterior, sobre la explicación de su presencia en los genomas: “parásitos”, “ADN egoísta”, “basura”, “virus polizones”...

Desde hace mucho tiempo, y ahora cada vez más, estamos acostumbrados a oír y a leer que el ADN ha sufrido duplicaciones, transposiciones, inversiones, inserciones, deleciones (como veremos más adelante, todas ellas de gran importancia en las “remodelaciones” de los genomas). Su difusa explicación o, más bien, su “no explicación” ha sido siempre (Ayala, 1999) “otro tipo de mutación”. Hoy sabemos que son producidas por *elementos móviles*, y que se activan como respuesta a estímulos ambientales, como se ha podido comprobar experimentalmente.

En cuanto a la relación de los *elementos móviles* con los virus, no quisiera resultar reiterativo (en este caso, además, por una cuestión de aburrimiento propio) sobre las alternativas que se suelen plantear como si el que fuera una u otra la correcta no tuviera la menor importancia: que los primeros (*transposones* y *retrotransposones*) provengan de virus y retrovirus por pérdida de los genes codificadores de la cápsida o, como hemos comentado, que los virus provengan de unos *elementos móviles*, surgidos milagrosamente en los genomas gracias a su condición de “ADN egoísta”, y que hayan adquirido las sorprendentes cápsidas de “genes celulares” (¿). Aunque ésta última parece la interpretación mayoritaria, por adecuarse a la concepción “ortodoxa” de la evolución, no parece necesario insistir en la mayor consistencia lógica de la primera, y mucho más si tenemos en cuenta los datos antes expuestos.

Una vez asumida esta alternativa, que parece la más coherente con el conjunto de la información que hemos visto, se pueden afrontar otros fenómenos, cuyas “explicaciones” por parte de la teoría convencional sólo se pueden calificar de “creencias en milagros”, con una base conceptual y empírica más consistente. Por ejemplo, uno de los “sucesos excepcionales” de mayor trascendencia en la evolución de la vida animal: la “Explosión del Cámbrico”. Los genes *Hox*, implicados en el control del desarrollo embrionario de tejidos y órganos, son, como todos sabemos, **secuencias repetidas en tándem**. También sabemos que los responsables de las repeticiones en el ADN son los *retrotransposones*. Por pura lógica elemental, si estas secuencias repetidas contienen un significado biológico (**una información**), ésta debe derivar de la secuencia original que las inició. Pues bien, tenemos algunos datos que nos pueden aportar informaciones muy significativas sobre su origen y su actividad. Aunque también suene repetitivo (lo cual es explicable, dado el tema de que se trata), he de referirme, una vez más, al magnífico trabajo “Los genes del Cámbrico” de Antonio García Bellido. La forma en que los complejos de genes/proteínas, que García Bellido ha denominado *sintagmas*, controlan el desarrollo embrionario (en este caso, animal), resulta radicalmente

incompatible con la vieja idea de una evolución gradual basada en mutaciones “al azar”. Existen *sintagmas* que controlan el desarrollo embrionario de, por ejemplo, ojos, patas, alas... independientemente del tipo de ojo, pata o ala, es decir, del *Phylum* al que correspondan: *Los apéndices de vertebrados y artrópodos no son estrictamente órganos homólogos pero vemos que en su morfogénesis hacen uso de genes y sintagmas conservados*. Es decir, otra vez más (Sandín, 2002), e incidiendo en lo antes expuesto, **existe una información con un significado biológico** de forma que los *sintagmas* que dirigen la producción de, por ejemplo, las extremidades, las construyen independientemente, incluso, de la capa embrionaria de que procedan el esqueleto interno o el externo de vertebrados o invertebrados. Por tanto, ni siquiera se trata de una relación directa (lineal) desde el punto de vista de su “construcción”. Tampoco me cansaré de insistir en que este descubrimiento (este hecho constatado) es uno de los de mayor trascendencia y más profundo significado de los realizados recientemente en Biología. Porque, además: *En un número creciente de casos, sintagmas casi completos están conservados en evolución*.

Pero hay algunos otros datos y algunas otras consideraciones derivadas de ellos que García Bellido plantea prudentemente en forma de preguntas, y que quizás nosotros, que no tenemos necesidad de tomar precauciones, podamos arriesgarnos a responder:

**P.-** *¿Sobre qué formas ha operado la selección para dar lugar a la explosión evolutiva observable?*

**R.-** Evidentemente, **sobre ninguna**, porque la “selección” sólo puede “seleccionar” entre lo que ya existe, y lo que existía (y de lo que, inevitablemente, derivan estas nuevas formas) antes de la aparición de patas, ojos, antenas, caparazones, paletas natatorias... eran unas microscópicas o unas extrañas formas blandas de animales de apariencia vegetativa.

**P.-** *Si en los apéndices de tetrápodos y los de artrópodos se usan genes y aún sintagmas homólogos, ¿Cuál era su expresión morfológica en los organismos precámbricos que no tenían apéndices visibles?*

**R.-** Aunque se puede inventar cualquier explicación, lo cierto es que resulta difícil de justificar la existencia, en los organismos precámbricos sin apéndices visibles, de la “expresión morfológica” de los sintagmas que contenían la información de lo que iban a ser **nuestras** extremidades.

**P.-** *¿Han precedido los sintagmas específicos a las formas a que dan lugar?*

**R.-** Hay que decir que sesudos científicos “creyentes” han llegado a la afirmación absurda de que es posible que surgieran, (por selección natural y al azar), primero, los organismos multicelulares y, posteriormente, los procesos y mecanismos que controlan y dirigen su formación y disposición, pero la respuesta es inevitablemente **sí**, porque la pregunta equivale a la siguiente: ¿Han precedido las herramientas y los fabricantes al automóvil?

En definitiva, de los datos expuestos, relacionados entre sí, y de un análisis afrontado sin las constricciones de una creencia previa sobre “cómo ha tenido que ser”, resulta más que probable (para mí evidente, pero puede ser resultado de una obcecación producida por 10 años de “dedicación exclusiva” al problema), que esta “aparición súbita” de los programas embrionarios responsables de la construcción de los organismos que, obviamente, no pueden aparecer aleatoriamente, gradualmente y menos “por partes”, tiene que ser el resultado de algún fenómeno real, existente (no de una creencia o especulación sin base material). Y éste es la existencia, ya comprobada, de una **información latente** en los sistemas genéticos de los virus. El “cuarto dominio” que aportó a los organismos eucariotas los genes/proteínas no heredados de las bacterias.

En cuanto al origen de estos dos componentes fundamentales de la vida, resulta probablemente la cuestión más espinosa de plantear en un contexto científico dominado por una mentalidad que, al parecer, encuentra preferible solventar los problemas difíciles con una supuesta “explicación” inventada, sin ningún fenómeno real que la sustente (*probablemente, surgió un “replicador”, etc.*) a asumir que existen fenómenos muy difíciles de explicar por el momento. La aparición por partes y

al azar de los complejísimos componentes de la vida, no sólo es absurda matemáticamente sino imposible biológicamente. Los sistemas “irreductiblemente complejos” no pueden aparecer por partes, porque sólo existen cuando interactúan todos sus componentes. Es decir: o son o no son. Esta condición hace que, por extraño que parezca, y aparecieran donde aparecieran, ha de haber sido “de repente”.

Un argumento verdaderamente simple (por calificarlo de un modo compasivo) para descalificar la hipótesis, cada día más tenida en consideración, de que las bacterias (y los grandes olvidados, los virus) colonizaran la Tierra desde el espacio exterior, es que “sólo cambia el problema de lugar” (de Duve), porque es radicalmente opuesto el significado de que la vida sea un fenómeno azaroso, de una probabilidad mínima (tanto que inexistente) y que se haya producido sólo en la Tierra, a que sea inherente al Universo, y se propague a través de él. La incógnita, que surge de esta posibilidad, de “cuando se formó la vida por primera vez” es un problema de difícil solución por el momento, aunque quizás no inabordable si contamos con paciencia y la ayuda de otras disciplinas científicas. Un recurso que suele resultar tranquilizador para la “mentalidad científica” porque le resta al problema el componente misterioso, es plantear la posibilidad de que la vida sea, simplemente, “un estado más de la materia”, lo cual es una obviedad, ya que la vida está hecha de materia, y que es “un paso más en la autoorganización de los sistemas complejos”. Pero, lo cierto, es que no sólo el origen de la vida es un misterio: la vida en sí es un misterio. Resulta sorprendente la naturalidad (o la ligereza) con que se suele hablar de las propiedades y actividades de las proteínas (una “simple” molécula) que “controlan” el desarrollo embrionario o la replicación del ADN, que “revisan” y “reparan” los errores, que “transportan” las moléculas adecuadas al sitio adecuado y en el tiempo adecuado, “eliminan” o “renaturalizan” proteínas defectuosas o cómo “caminan” (literalmente) por la célula... por no hablar de su coordinación y sincronización, por miles, en los más sencillos procesos celulares. Es decir, (y pido disculpas por la “herejía”), que no sólo la complejidad de los fenómenos de la vida es un misterio, sino que parece un misterio inteligente, y precisamente por eso, es posible que algún día se pueda llegar a comprender.

Aquí, puede ser conveniente un inciso más para aclarar que el término "misterioso" no es sinónimo de "mágico" o "esotérico". Los misterios, y no las obviedades, son el objeto de estudio de la Ciencia. No quisiera abusar de las citas de grandes científicos porque puede dar la sensación de una pretenciosa exhibición de erudición (no es este el caso, porque tengo que decir que la mayoría de éstas se pueden encontrar en Internet), pero en esta ocasión, y dada la mala fama que el término parece tener entre los científicos que dan explicaciones muy sencillas a fenómenos muy complejos, puede ser conveniente recurrir, de nuevo, al apoyo de Albert Einstein, cuyas ideas se pueden calificar de todo menos de simples: *La sensación más bella que se puede experimentar es la de lo misterioso... es la fuente del arte y de la ciencia.* Es decir, (e insisto), el que sea un fenómeno misterioso no quiere decir que sea inabordable científicamente, pero sí que no puede ser afrontado con explicaciones simplistas.

En definitiva y para concretar, la **integración de sistemas complejos** implicaría que la complejidad de los fenómenos de la vida deriva de una gran complejidad inicial de sus unidades (sistemas) constituyentes (es decir, no de “una molécula con capacidad de autorreplicación”, etc.) y que las propiedades de los sistemas que conforman la vida (célula, órgano, organismo, ecosistema) son una consecuencia de las propiedades de sus componentes (por otra parte, con procesos extremadamente conservados). Por ello, tanto la capacidad de “ajuste” de los organismos al ambiente (que conduce a “adaptaciones” de una complejidad sorprendente y de una eficacia significativamente coherente con la función a que están destinadas) como las remodelaciones e innovaciones genéticas, morfológicas, fisiológicas y ecológicas implicadas en el proceso evolutivo, son derivadas de las capacidades y de la información contenidas en estas unidades básicas: bacterias y virus.

Esto se refleja en unas relaciones entre los seres vivos y su entorno caracterizadas por un intercambio continuo de información establecida en una red que conecta el ambiente inorgánico con el orgánico, desde el nivel celular hasta el ecosistémico, y en la que no “sobra” nada (no hay

“basura”). Los fenómenos fundamentales de la vida no serían azarosos (las “mutaciones” son desorganizaciones de procesos extremadamente coordinados), sino el resultado de la interacción entre estos complejos sistemas de información entre sí y con el entorno. En este contexto, los “cambios evolutivos” son el resultado de reorganizaciones en esta red de información y, en su caso, de integraciones de nuevos sistemas complejos con nueva información, como consecuencia de la ruptura del equilibrio, que se produce por medio de disturbios ambientales que afectan a los ecosistemas en su totalidad. Es decir, la evolución no es un proceso de adaptación gradual ni al azar. Es el resultado de las propiedades de los seres vivos que derivan de la información contenida en sus componentes. El vuelo (aparecido cinco veces en distintos Phyla) no es una “adaptación al aire”, porque no tiene sentido que una organización animal perfectamente adaptada a la vida en el suelo (o en los árboles) consiga “pequeños cambios” por “mutaciones al azar” que le harían pasar por innumerables estados intermedios (o no, si son al azar) aberrantes y difícilmente viables que, para colmo, según la visión gradualista tendrían que tener alguna ventaja sobre sus predecesores. El cambio entre una organización y otra no puede pasar por pequeñas modificaciones superficiales, como el cambio entre la “organización” de una bicicleta y una motocicleta (por poner un ejemplo simple) no se produce por modificaciones graduales de sus piezas, sino por la adición de un sistema motor. La adaptación no es evolución, es un ajuste perfecto y sutil al ambiente, posterior al cambio (y dejo al lector la extrapolación del ejemplo de las bicicletas o las motocicletas), como una propiedad de los seres vivos, y consecuencia de su capacidad de intercambio de información.

Llegados aquí, me veo en la obligación de manifestar la (¿suicida?) conclusión (o convicción) de que la evolución **no es evolución**. La frase “Evolución por integración de sistemas complejos” encierra una flagrante contradicción. Si el cambio de organización se produce de una forma brusca (es decir, no rápida, sino repentina) por adición de un nuevo “paquete de información” o por una reorganización de las interacciones entre los existentes, el término “evolución”, cuyo significado es “Acción de pasar gradualmente las cosas de un estado a otro”, no tiene sentido en un proceso de bruscas remodelaciones que serían mejor descritas con el término **Transformación** (Sandín, 2002). Pero, como hemos visto anteriormente, los biólogos somos especialmente prisioneros de un lenguaje tramposo, que hemos de utilizar si queremos ser comprendidos, y la sustitución de la palabra “evolución” por “transformación” en cualquier escrito lo convertiría en objeto de eliminación sin la molestia previa de leerlo (por no hablar de los calificativos dedicados al inconsciente autor). Por ello, cuando, a partir de aquí, hablemos de evolución hemos de tener en cuenta que nos estamos refiriendo a los cambios de organización, es decir, no a adaptaciones ni a variabilidad ni a especiaciones, (desde el Carbonífero se han producido, por ejemplo, miles de especiaciones de libélulas, pero siguen siendo libélulas) que son fenómenos existentes pero no relacionados con estos cambios.

En conclusión, se trata de un modelo radicalmente opuesto al basado en el individuo, el azar y la competencia, porque, tanto los procesos implicados como su significado son claramente una antítesis de aquel. Desde luego, resulta más difícil de imaginar, de visualizar (incluido para quien esto escribe) un extraño fenómeno de cambio brusco y simultáneo en todo un ecosistema que la visión “popular” de “la selección igual que la de los ganaderos”. Pero es a donde nos llevan los datos comprobables si los limpiamos de preconceptos. Renunciar a tenerlo en consideración porque choca con arraigadas creencias y desborda nuestra capacidad de imaginación (como lo hace la Física, por ejemplo), podría resultar una actitud muy poco científica y muy perjudicial, porque en el caso de que tenga alguna validez, sería renunciar a comprender algo más lo que tenemos ante nuestros ojos.

En cualquier caso, la validez de esta propuesta, sólo podrá valorarse de una forma: En función de su congruencia con los datos y de su capacidad explicativa de los fenómenos observados.

### **Cuando las excepciones son la regla**

Cuando se tiene el hábito (en éste caso la obsesión) de informarse sobre las investigaciones relacionadas con la “evolución” desde distintos campos de estudio, nos encontramos con una

particularidad que puede pasar desapercibida si se tiene por costumbre o por obligación el centrarse en uno concreto (es la única explicación racional posible que encuentro para esta situación): Cada vez con más frecuencia, en las conclusiones de distintos trabajos de gran calidad los expertos acaban considerando que “su” caso es excepcional en la evolución. Desde el origen de la célula eucariota pasando por la repentina aparición de las tortugas o de los murciélagos, el brusco cambio de fauna en el límite K-T, hasta el origen del sistema inmunitario de los mamíferos o de los mismos mamíferos y, especialmente, en los hallazgos de actividades genéticas de retrovirus endógenos y elementos móviles (ver Sandín 1995, etc.), los distintos especialistas, a pesar de que las interpretaciones y argumentos empleados siguen la más estricta ortodoxia, acaban por admitir que “su” caso no se ajusta a lo que cabría esperar en la evolución, pero dan por supuesto que “el resto”, que cae fuera de su especialidad, sí funciona según la visión tradicional. Un ejemplo llamativo es el de la “explicación” de los hechos posteriores a la “explosión del Cámbrico”: García Bellido, entre las interesantes preguntas que hemos tratado de responder, hace una afirmación que resulta obvia: *La expansiva diversificación morfológica en la fauna en la base del Cámbrico ha ocurrido en animales viviendo en condiciones bióticas muy homogéneas, lo que indica que los determinantes externos han jugado un papel mínimo en esa disparidad.* Supongo que después de lo visto no será necesario traducir el significado de que **los determinantes externos** han jugado un “papel mínimo”, pues bien, a partir de ahí, todo va “mejor”: *Así se inició una competición morfológica y de comportamiento entre organismos, elaboraciones que han continuado y diversificado desde entonces.* Ante esta desalentadora y aparentemente, obligatoria introducción de la competencia, aunque sea “después” de los “sucesos excepcionales” y aunque no tenga la menor relación con los fenómenos que se han estudiado, sólo se puede responder como en el conocido chiste en el que avisan de que se están pegando las lentejas: “Déjalas que se maten”.

Contrasentidos de este tipo son muy abundantes en trabajos que documentan unos hechos (unos datos) de extremado interés y totalmente contradictorios con la visión tradicional pero que, al parecer, a modo de “salvoconducto”, han de presentar en algún lugar del texto los términos “competencia” o “selección” al menos una vez. Por ejemplo, si se comprueba la respuesta genética de un organismo a presiones ambientales a éstas se las denomina “presión de selección”. Si se observa la extremada conservación de un proceso celular se justifica por la actuación de una “selección depuradora” o de la “convergencia”, etc. Pero si se observan los datos obtenidos y se prescinde del vocabulario “oficial”, nos encontramos con que la suma de sucesos excepcionales y datos “reinterpretados” junto con la multitud de informaciones muy significativas presentadas sin ninguna referencia al contexto evolutivo constituye, no ya un número muy superior al de los que, supuestamente, se ajustan a la teoría ortodoxa, sino que son los únicos datos reales (es decir, no hipótesis o interpretaciones) que tenemos sobre los procesos “evolutivos”.

La cantidad de investigaciones que aportan informaciones de estas características se está convirtiendo en ingente y desborda, tanto las dimensiones aceptables (?) en un artículo, como la capacidad de análisis y síntesis de quien esto escribe, entre otras cosas, porque la “jerga” especializada de determinados campos de estudio dificulta, en ocasiones, la asimilación completa del texto (aunque entre esas “otras cosas” también puede mencionarse una formación “arcaica” carente de algunas terminologías y de conceptos recientes, procedentes de distintos campos, que ahora son familiares a los jóvenes biólogos). Por estos motivos, puede resultar más eficaz exponer unas breves reseñas de algunas de estas publicaciones dejando al criterio del joven lector (en el más amplio sentido) la interpretación dentro del contexto del que venimos hablando. Quiero aclarar que no se trata de un “trabajo de curso” impuesto a los alumnos (también es opcional) aunque, como dice un sabio y, sin embargo, amigo mío: *¿Qué científico que estudia la vida no es un alumno?* (Prada, 2003).

Para no resultar reiterativo (otra acusación, también reiterativa, que resulta sorprendente por venir de personas que comparten y transmiten interpretaciones que llevan repitiéndose 150 años) voy a prescindir de investigaciones extraordinariamente significativas que ya han sido expuestas en otros escritos (ver, especialmente, el artículo: “Hacia una nueva Biología”) y a limitarme a trabajos muy

recientes, cuyos resultados son dignos de una profunda atención y, en su caso, reinterpretación.

Con el fin de intentar exponerlos con algún orden, comenzaremos con los trabajos paleontológicos, que presentan dos vertientes: por una parte los que documentan “sucesos excepcionales” y por otra los que explican porqué no se encuentran “formas de transición”. En el primer aspecto, el artículo: “*A Trigger for the Cambrian Explosion?*” de Richard A. Kerr en *Science* (2003) comienza así: *Sedimentos en Oman aportan evidencia de que una extinción (ocurrida) hace 542 millones de años sienta las bases para una proliferación de salvajes y maravillosas formas de vida.*

*Antes del comienzo de período Cámbrico hace 542 millones de años, la vida era microscópica, vegetativa o tan rara que hoy parece de otro mundo. Entonces, en un momento geológico, una explosión evolutiva sembró el registro fósil con restos reconocibles de cada forma básica de animal que conocemos hoy. /.../ El sedimentólogo John Grotzinger del Instituto de Tecnología de Massachussets y sus colegas han reportado la más reciente evidencia de un disparador para la explosión Cámbrica: una extinción hace 542.0 millones de años, posiblemente a causa o cuando el mar profundo expulsó aguas nocivas.*

En el artículo: “*Impact Ejecta Layer from the Mid-Devonian: Possible Connection to Global Mass Extinctions*” de Brooks B. Ellwood y colegas en *Science* (2003), el texto del resumen es el siguiente: *Hemos encontrado evidencia de el impacto de un bólido en la Tierra en el Devónico medio (hace unos 380 millones de años) que incluye altas concentraciones de cuarzo golpeado, anomalías en Ni, Cr, As, V y Co; una gran anomalía en concentración negativa de isótopo de Carbono y microesférulas y microcristas en Jebel Mech Irdane en el desierto del Antiatlas cerca de Rizan, Marruecos. Este impacto es importante porque es coincidente con una gran extinción global (Kacák/Otomari), lo que sugiere una posible relación causa-efecto entre el impacto y la extinción. El resultado represente la extinción de tanto como el 40% de todos los géneros marinos vivientes.*

En “*East of Eden at the Paleocene/Eocene Boundary*” (*Science*, 2003), Chris Beard confiesa: *Los geólogos dividen la larga saga de la historia de la Tierra en capítulos conocidos como eras, períodos y épocas. Antes incluso de que Darwin publicase “El origen de las especies”, esos intervalos eran reconocidos sobre la base de los conjuntos fósiles distintivos que los caracterizaban. Entender cómo cuando y porqué esos antiguos ecosistemas reemplazaron uno al otro permanece como una cuestión central para las ciencias de la tierra y de la vida.*

*En la página 2062 de esta número, Bowen et al. Presentan datos que documentan el más dramático cambio biótico de los últimos 65 millones de años (la Era Cenozoica), popularmente conocida como la Edad de los Mamíferos. Esta radical remodelación de la biota de la Tierra coincidió con un breve pero intenso episodio de calentamiento global en la frontera Paleoceno/Eoceno, hace sobre 55 millones de años.*

Artículos de éste tipo, que a veces y para sorpresa de los propios autores, documentan “remodelaciones radicales de la biota” relacionados con disturbios ambientales a escala global, son cada día más frecuentes, pero se complementan con la segunda vertiente: los destinados a plantear “explicaciones” para estos fenómenos: Por ejemplo, Andrew B. Smith, en el artículo “*Making the Best of a Patchy Fossil Record*”(Science, 2003), escribe: *Durante las dos décadas pasadas, la mayoría de los paleontólogos han asumido que el registro fósil, aunque incompleto, provee una representación razonablemente adecuada de los niveles de biodiversidad pasados. En su perspectiva, Smith explica que esta asunción puede no ser correcta. Subraya el informe de Crampton et al. que muestra que la diversidad de moluscos en Nueva Zelanda en los pasados 60 millones de años está correlacionada con el área de la superficie de roca expuesta. Esta desviación de la muestra debe ser considerada en estudios de biodiversidad pasada.*

Aunque existen más trabajos en ambos sentidos (algunos de ellos perdidos entre una montaña de separatas, impresiones y fotocopias, que sólo aparecerán cuando no los esté buscando), dejo a la libre voluntad del lector la interpretación de la importancia relativa de los datos aportados por estas



dos vertientes de la investigación.

En lo que se refiere a los estudios que pueden aportar luz sobre los fenómenos mencionados, es decir las investigaciones sobre biología del desarrollo, la información es tan abundante (y está a disposición de quien la solicite, naturalmente, en el caso de que la encuentre en ese momento), que me veo obligado a seleccionar algunas especialmente sugerentes: En “*Developmental biology: Modular feedback*” (Science, 2002) Niehrs y Meinhardt plantean: *Para entender la señalización celular durante el desarrollo necesitamos conocer cómo redes de señalización de conjunto –no sólo sus componentes individuales- son regulados. /.../ Parecidos a “operones” bacterianos, los grupos de sinexpresión en animales son módulos genéticos en los que la función y expresión de diferentes genes están estrechamente correlacionados. Los grupos de sinexpresión funcionan en muchos procesos diferentes, desde la señalización celular y el ciclo de división celular hasta la secreción de proteínas. De hecho, la expresión coordinada de genes que actúan en el mismo proceso celular es un fenómeno muy extendido en animales, como se ha revelado por los clusters de expresión observados en experimentos de “microarrays” que detectan la expresión de muchos genes simultáneamente.*

La integridad y coordinación del proceso de construcción de un organismo parece cada día más manifiesta: *El reloj animal está formado por una variedad de mecanismos de conteo que siguen unas reglas temporales variadas a diferentes frecuencias y, a menudo, se desarrollan en paralelo sin ninguna interacción aparente entre una y otra. El objetivo del reloj del desarrollo no es simplemente marcar el tiempo, sino integrar y unificar la miríada de señales temporales recibidas del conjunto del organismo.* (Denis Duboule. “*Time for Chronomics?*”. Science, 2003).

En cuanto a las implicaciones evolutivas de esta integridad y coordinación, se pueden encontrar en los datos (y, en su caso, la “traducción” de su terminología) de artículos como: “*Hox protein mutation (en el texto se refiere a **activación-desactivación**) and macroevolution of the insect body plan*” (Ronshaugen et al., 2002), “*Loss and recovery of wings in stick insects*” (Whiting et al., 2003), o “*Serial deletions and duplications suggest a mechanism for the collinearity of Hoxd genes in limbs*” (Kmita et al., 2002).

La complejidad de los fenómenos biológicos está mostrando unas características radicalmente opuestas a las asunciones en que se basa la visión convencional, como subrayan los autores del siguiente artículo, en el que merece la pena detenerse: “*Life’s Complexity Pyramid*” (Oltvai y Barabási, 2003). *Las células y los microorganismos tienen una impresionante capacidad para ajustar su maquinaria intracelular en respuesta a cambios en su entorno, disponibilidad de alimento y estado de desarrollo. Añadido a esto, (tienen) una sorprendente habilidad para corregir errores –combatiendo los efectos de fallos como mutaciones o plegamientos erróneos de proteínas- y hemos llegado a una cuestión fundamental en la biología celular contemporánea: nuestra necesidad de comprender la asombrosa complejidad, versatilidad y robustez de los sistemas vivientes. Aunque la biología molecular ha ofrecido muchos éxitos espectaculares, está claro que el inventario detallado de genes proteínas y metabolitos no es suficiente para entender la complejidad celular. /.../ De acuerdo con el dogma básico de la biología molecular, El ADN es el depositario último de la complejidad biológica. De hecho, está generalmente aceptado que el almacenamiento de la información, el procesamiento de la información y la ejecución de varios programas celulares reside en distintos niveles de organización: el genoma, transcriptoma, proteoma y metaboloma de la célula. No obstante la distinción entre esos niveles organizacionales ha caído bajo el fuego. Por ejemplo, mientras la información a largo plazo está almacenada casi exclusivamente en el genoma, el proteoma es crucial para el almacenamiento de la información a corto plazo y la información controlada por factores de transcripción está fuertemente influida por el estado del metaboloma. Esta integración de diferentes niveles organizacionales nos fuerza crecientemente a ver las funciones celulares como distribuidas entre grupos de componentes heterogéneos, todos los cuales interactúan dentro de una gran red.*

Pero los dogmas (básicos o secundarios) que están “cayendo bajo el fuego” son mucho más

abundantes de lo que cada especialista puede suponer. Veamos unos resultados sorprendentes: En el artículo publicado en *PNAS* de informativo título, “*Developmental regulation of intestinal angiogenesis by indigenous microbes via Paneth cells*” (Stappenbeck et al., 2002) los autores comparan el desarrollo postnatal de la microvascularización del intestino en ratones con y sin *Bacteroides thetaiotaomicron*, un prominente habitante de digestivo normal de ratón/hombre. /.../ **Estos hallazgos revelan un mecanismo previamente inapreciado del desarrollo postnatal animal en el que microbios que colonizan la superficie mucosa tienen asignada la responsabilidad para regular la elaboración de la microvascularización subyacente mediante señalización a través de sensores bacterianos de células epiteliales.** (El subrayado es mío).

Una información de extraordinario interés es la que se refiere a cómo se han constituido los distintos genomas (en su más amplio sentido) a lo largo de la historia de la vida: *La piedra angular de la teoría de la evolución de Charles Darwin es la herencia vertical de los rasgos de padres a hijos a través de sucesivas generaciones. No obstante, los biólogos moleculares evolucionistas han mostrado que una extensiva transferencia horizontal (también conocida como lateral) puede ocurrir entre especies de relación lejana. /.../ Lo que está en juego es un conocimiento fundamental de cómo evolucionó la vida y un profundo conocimiento del funcionamiento de todos los genomas, incluido el humano.* (Brown, 2003: “*Ancient horizontal gene transfer*”). Un conocimiento que se amplía de forma imparable: “*Presentamos un análisis sistemático y objetivo de las secuencias del genoma humano para identificar regiones cromosómicas parálogas (paralogones) formadas durante la evolución de los cordados y para estimar las edades de los genes duplicados. Hemos encontrado que el genoma humano contiene muchos más paralogones que los que cabría esperar al azar. /.../ Nuestros resultados apoyan la propuesta de que muchas de las familias de genes en vertebrados se formaron o se expandieron por duplicaciones a larga escala en cordados tempranos.* (McLiysaght et al., 2002: “*Extensive genomic duplication during early chordate evolution*”).

Además, la información genética no está sólo en los genes que codifican proteínas: “... en organismos que cubren desde plantas al hombre hay cientos de pequeños RNAs (18-25 nucleótidos) que son activamente transcritos y altamente conservados entre especies relacionadas./.../ El año pasado, dos grupos publicaron los espectaculares hallazgos de que muchas de las aparentes dianas de los microRNAs eran factores de transcripción implicados en el control de procesos de desarrollo. (Benfey, 2003: “*Molecular biology: MicroRNA is here to stay*). Véase también: “*No Junk After all*” (Makalovsky, 2003) y “*Essential role of the mitochondrial apoptosis-inducing factor in programmed cell death*” (Joza et al., 2001). En cuanto a la relación de la información con el ambiente, tiene distintos procesos: “*La estructura de la cromatina es dinámica y ejerce un profundo control sobre la expresión de los genes y otros procesos celulares fundamentales. Los cambios en su estructura pueden ser heredados por las siguientes generaciones independientemente de la secuencia del ADN*” (Felsenfeld y Groudine, 2003: “*Controlling the double helix*”). Otros aspectos de esta información se pueden obtener (en algunos casos, tras una “depuración” del leguaje) en artículos como: “*Stress-Induced Mutagenesis in Bacteria*” (Bjedov et al., 2003), o “*Characteristic genome rearrangements in experimental evolution of Saccharomyces cerevisiae*” Dunham et al., 2002).

Pero la “caída bajo el fuego” de “piedras angulares” de la teoría convencional está llegando a los conceptos más básicos y, aparentemente indiscutibles: Incluso bajo la asunción, como hemos visto, errónea, de que la información genética está sólo en “*las regiones de ADN que codifican proteínas*” el número de “genes” de un organismo se resiste a revelarse: “*Tengo que decir que no conocemos el verdadero número de genes de ningún organismo, y ciertamente, tampoco para humanos*” dice el experto en bioinformática Phil Green de la Universidad de Washington. En el artículo “*Geneticists play the numbers game in vain*” (*Nature*, 2003), se llega a la siguiente conclusión: “*Puede que no haya nunca un número final*”, predice Jean Weissenbach, director de centro de secuenciación Génoscope en Evry, Francia. Incluso algo tan basal para los conceptos y las fórmulas matemáticas de la evolución neodarwinista como es la existencia de “genes dominantes y recesivos” está siendo

puesto en cuestión por estudios como “*Dosage sensitivity and the evolution of gene families in yeast*” (Rapp et al., 2003) que llegan a la conclusión de que: *Esto apoya la hipótesis de que la dominancia es un subproducto de la fisiología y el metabolismo más que el resultado de la selección para enmascarar los efectos deletéreos de las mutaciones.*

La cantidad de informaciones (de datos) que contradicen la concepción tradicional de los procesos evolutivos y de los fenómenos biológicos más básicos es abrumadora y se podría continuar indefinidamente (no huyáis, que os perseguiré) según progresan las técnicas y metodologías de estudio. Pero, para finalizar esta relación superficial pueden ser muy informativos dos trabajos que, por su carácter de revisión, aportan un análisis global que llevan necesariamente a conclusiones globales extraordinariamente significativas sobre las que quizás merezca la pena reflexionar. En la revista *TREE*, dedicada exclusivamente a los estudios sobre evolución, Robert L. Carroll, de la Universidad McGill en Canadá, publicó, en el año 2000, un artículo titulado: “*Hacia una nueva síntesis evolutiva*” en cuyo resumen plantea: *Los nuevos conceptos e informaciones de la biología molecular de desarrollo, sistemática, geología y del registro fósil de todos los grupos de organismos necesitan ser integrados en una síntesis evolutiva **expandida**.* (El subrayado es mío). Sin embargo, en el texto expone argumentos e informaciones que hacen dudar sobre si lo que se necesita realmente es una “expansión”. *Las más impactantes características de la evolución a gran escala son las extremadamente rápidas divergencias de los linajes, próximas al tiempo de su origen, seguidas de largos períodos en los que los planes corporales básicos y formas de vida se mantienen. Lo que no se encuentra son las muchas formas intermedias hipotetizadas por Darwin y las divergencias continuas de los principales linajes en el morfoespacio entre los distintos tipos adaptativos. /.../ La extremada velocidad de los cambios anatómicos y radiaciones adaptativas durante este breve período requiere explicaciones que van más allá de las propuestas para la evolución de las especies en los biota modernos.* En cuanto a la “Explosión del Cámbrico”: *Esta explosiva evolución de phyla con diversos planes corporales no es, ciertamente, explicable por extrapolación de los procesos y tasas de evolución observados en especies modernas, sino que requiere una sucesión de eventos únicos.* En estos eventos están, obviamente, implicados los genes Hox: *Más recientemente, los conocimientos sobre biología molecular han revelado cómo los genes controlan el desarrollo y cómo modificaciones en esos genes pueden resultar en cambios evolutivos de todas las magnitudes. /.../ Sin embargo, hasta ahora hay relativamente poca integración de la nueva evidencia, tanto de genética molecular como de paleontología, en las publicaciones de genética de poblaciones. Esto es especialmente conspicuo en el área de genética cuantitativa, que sigue tratando los rasgos poligénicos de una manera estadística, como si fueran el resultado de efectos aditivos de un gran número de genes esencialmente equivalentes.* En definitiva: *... para la mayor parte de la duración de la mayoría de de las especies hay relativamente poco cambio neto, incluso durante cientos de miles de años. Los relativamente raros eventos envueltos en el origen de los principales nuevos taxones o en la divergencia morfológica significativa al nivel de especies requieren mucho más que la normal consistencia de la selección direccional.*

Pero una explicación a estos “eventos relativamente raros” puede estar en el magnífico artículo, exhaustivamente documentado y valientemente interpretado, publicado en *ANNUAL REVIEW OF GENETICS* (2003) por Wolf-Ekkehard Lönnig y Heinz Saedler del Instituto Max Planck. Su título, “*Chromosome rearrangements and transposable elements*” no da una idea de las interesantes cuestiones que plantea, de las que nos dan más información en el resumen: *Recientes investigaciones a gran escala han confirmado y ampliado el número de casos antiguos de elección de sitio diana (“puntos calientes” para integración de elementos transponibles), lo que implica **reordenamientos cromosómicos preestablecidos** más que accidentales para la recombinación no homóloga del ADN huésped. Se discute la posibilidad de una generación de biodiversidad y nuevas especies **parcialmente predeterminada**.* (El subrayado es mío). *La visión de bastantes expertos en el estudio de transposones sobre el, más bien abrupto, origen de nuevas especies no ha sido sintetizado dentro de la escuela paleontológica de la teoría macroevolutiva del equilibrio puntuado, a través de sus características consistentes con el registro fósil.*

Resulta difícil seleccionar algunas frases significativas, porque toda la revisión es una densa y documentada (tiene 152 referencias bibliográficas) exposición de crecientes demostraciones experimentales de las actividades de los elementos móviles y sus posibles implicaciones evolutivas, por lo que parece razonable limitarse a algunas que pueden responder las preguntas del trabajo antes citado: *Nuevos resultados sobre selección de sitio diana por transposones, es decir, sitios calientes para integración de elementos transponibles (1, 2, 11, 19, 22, 36, 42, 74, 86, 106, 112, 125, 149)* (Un inciso: ¡No será por falta de datos!) *combinados con la teoría del campo cromosómico, sugieren que hay un apropiado grado de canalización del curso futuro de la diversificación cromosómica, correspondiente a algo como una limitación (“constraint”) y predestinación concerniente a la biodiversidad./.../ De acuerdo con McClintock, Syvanem (137) ha señalado: “Yo creo que los transposones tienen el potencial para inducir cambios altamente complejos en un evento simple”. /.../ Particularmente a propósito aquí vienen las siguientes palabras de “un hombre tan vigoroso e influyente” (52) como el paleontólogo alemán Otto H. Schindewolf (116): “Según la teoría de Darwin, la evolución tiene lugar exclusivamente por la vía de pequeña y continua formación y modificación de especies. /.../ Nuestra experiencia, obtenida de la observación del material fósil, contradice directamente esta interpretación. Nosotros encontramos que la estructura organizadora de una Familia o un Orden no surge como el resultado de modificaciones continuas en una larga cadena de especies, sino más bien por medio de una repentina y discontinua remodelación del complejo tipo de Familia a Familia, de Orden a Orden, de Clase a Clase. Los caracteres que cuentan para las distinciones entre especies son completamente diferentes de los que distinguen un tipo de otro”.*

El final del artículo merece una seria reflexión en el contexto de lo que hemos visto hasta ahora: *La evaluación exacta de las posibilidades y límites de las contribuciones mediadas por elementos transponibles al origen de las especies y especialmente de las categorías sistemáticas superiores está sólo en su estado temprano. Todavía se necesita una investigación exhaustiva en estas y otras cuestiones relacionadas. /.../ No obstante, ante el hecho de los numerosos problemas científicos todavía no resueltos en el contexto del origen de las especies y categorías sistemáticas superiores, debemos, probablemente, estar bien preparados para continuar dando la bienvenida a la plétora de diferentes y divergentes ideas e hipótesis sobre el origen de la vida en todas sus formas así como permanecer mentalmente abiertos a los resultados reales de las investigaciones, dondequiera que nos lleven.*

### **Consideraciones finales**

Es comprensible que resulte difícil de creer que tantos científicos brillantes durante tanto tiempo (150 años) hayan estado siguiendo un camino equivocado, aunque es cierto que no ha sido un caso único en la historia de la Ciencia, pero los datos, cada día más precisos, tanto del registro fósil como de los procesos biológicos están poniendo de manifiesto que la visión darwinista de la Naturaleza no es sólo una visión sesgada o incompleta, sino una deformación totalmente errónea de los fenómenos naturales basada en un hecho tan poco natural (es más, tan opuesto a lo natural) como es la selección de los ganaderos en animales domésticos (Darwin, 1859) y elaborada en una época en la que los conocimientos científicos sobre los fenómenos biológicos eran extremadamente limitados, incluso entre los científicos profesionales. Tampoco hay que olvidar que, como el mismo Darwin explica en “Sobre el origen de las especies, etc.” sus conceptos centrales “lucha por la vida” y “supervivencia del más adecuado” son una interpretación de las relaciones entre los seres vivos basada en los principios económicos y sociales de Malthus y Spencer. Pero lo que, a veces, llega a parecer desalentador es tomar conciencia de lo difícil que va a ser salir de este camino. No va a resultar sencillo desenredar la maraña de conceptos confusos o vacíos de contenido, de términos cargados de significado antropocéntrico y de asunciones, al parecer, irrenunciables, porque, como ya se ha dicho, han pasado a formar parte del vocabulario de la Biología. Este fenómeno llega a tal extremo que, incluso en trabajos como los que hemos citado, que no sólo aportan datos que arrumban con el modelo tradicional, sino que los presentan con un espíritu contradictorio con éste,

se “cuelan” en sus argumentos los tópicos más radicalmente darvinistas. Un caso ilustrativo puede ser el último artículo citado, en el que Lönning y Saedler escriben la siguiente cita: *"Lo que estoy tratando de transmitir es que debido a la ausencia de conocimiento de mecanismos moleculares, la selección es empleada como una especie de remedio general por el biólogo. Cada vez que un fenómeno aparece en biología y se ignora, obviamente, su mecanismo, es invocada la selección y el problema queda resuelto.* Sin embargo, más adelante concluyen: *...la elección de sitio diana también ha sido encontrada en regiones heterocromáticas y otras regiones con bajo contenido de genes o sin genes (1, 11, 103, 147) y esa clase de selectividad puede ser parte de la estrategia de supervivencia de elementos transponibles egoístas. Pueden proliferar con perjuicio mínimo para sus hospedadores y, por tanto, para ellos mismos.*

A este problema, extraordinariamente abundante en las publicaciones más recientes (y más contradictorias con la visión tradicional), se le añade el de la introducción de nuevos términos de carácter supuestamente científico, pero con un enorme componente social, para conseguir introducir los nuevos datos en el viejo paradigma. Por ejemplo: el término "coopción" significa algo así como "aprovecharse de las capacidades o actividades de otros en beneficio propio" (no parece necesario enumerar las múltiples actividades humanas en que esto se produce de forma habitual y "legal"). Pues bien, en el artículo *"Gene Co-Option in Physiological and Morphological Evolution"*, True y Carroll (2002) nos informan de que: *La coopción ocurre cuando la selección natural encuentra nuevos usos para rasgos existentes, incluyendo genes, órganos y otras estructuras corporales. /.../ Nosotros integramos esta información con recientes modelos de evolución de familias de genes para aportar un marco para entender el origen de evolución cooptiva y el mecanismo mediante el que la selección natural promueve novedades evolutivas inventando nuevos usos para el juego de herramientas genético.*

El concepto de selección natural parece haberse convertido, tras 150 años de uso, de una pura especulación (*Cuando vemos que han ocurrido indudablemente variaciones útiles para el hombre, no podemos creer improbable que ocurran en el curso de muchas generaciones sucesivas, otras variaciones útiles de algún modo a cada ser en la batalla grande y compleja por la vida.* "Origen de las especies", página 94.) en un dogma irrenunciable empleado *a modo de remedio general por el biólogo* hasta el punto de que, de ser un puro proceso mecánico y aleatorio, ha pasado a disponer del poder "mágico" de "inventar nuevos usos" de "promover novedades evolutivas" y de "explicar" *por qué los pájaros tienen alas y los peces agallas, y por qué el ojo está específicamente diseñado para ver y la mano para coger* \* (Ayala, 1999). Esta evidente condición de **creencia** hace pensar que, tal vez, el problema no sea de índole estrictamente científica.

\* Para no tener que ampliar el debate sobre los problemas lingüísticos de la Ciencia, *agarrar* en Latinoamérica.

## CUADRO 2 (Opcional)

### **Algo más que un problema científico**

Desde el punto de vista estrictamente teórico ya ha sido puesto de manifiesto por distintos autores, tanto científicos como filósofos o historiadores de la Ciencia, que la capacidad de mantenimiento del darwinismo contra todas las evidencias es debida a que su formulación es tan ambigua que todo cabe dentro de él. Si asumimos que los cambios son "al azar" no necesitan explicación. Si algo, por complejo que sea, existe, es porque "ha sido seleccionado" y si la selección es "la supervivencia de los que son capaces de sobrevivir", no hay nada más que entender. De hecho, esto último no es una malintencionada interpretación. Es la conclusión a que llegan los más fervientes guardianes de la ortodoxia. En el libro: "El fin de la Ciencia", John Horgan, redactor de la revista *Scientific American* expone la tesis de que el éxito del darwinismo ha sido tal que pronto no tendremos nada que investigar, y se apoya en los

argumentos del, ya mencionado, Gunter Stent que afirmaba que *la biología evolutiva había concluido con la publicación del "Origen de las especies"*: *Stent reconocía que, en principio, los biólogos podían seguir explorando fenómenos específicos y aplicando sus conocimientos sin límite de tiempo. Pero, según la teoría darwiniana, la ciencia no surge de nuestro deseo de conocer la verdad como tal, sino de nuestra compulsión a controlar nuestro entorno con fines a aumentar las probabilidades de propagación de nuestros genes.* (Esta concepción se podría, en este caso, malinterpretar, en el sentido de que lo que los grandes sabios son en realidad es unos rijosos, lo que no es cierto en muchos casos). *Cuando un determinado campo de la ciencia empieza a producir rendimientos prácticos cada vez menores, lo más probable es que los científicos se sientan menos motivados para seguir sus investigaciones y que la sociedad se muestre menos dispuesta a costearlas.* De cualquier forma, interpretaciones como ésta y otras de un cariz semejante emitidas por los más prestigiosos teóricos del darwinismo (Richard Dawkins, Michael Ruse, Steve Jones, etc.), nos hacen pensar que las causas de ésta situación pueden tener unas raíces más profundas que las de una simple obcecación en una hipótesis científica errónea. Científicos como Brian Goodwin, filósofos de la Ciencia como Robert M. Young o pensadores como George Bernard Shaw o Bertrand Russell han puesto de manifiesto, desde dentro del ámbito cultural anglosajón, el gran componente etnocéntrico de la visión darwinista de la realidad (ver Sandín, 2000; 2002). Esto se refleja nítidamente en muchos de los conceptos y términos empleados para interpretar las relaciones entre los seres vivos. Términos como *the fittest*, *selfish* o *co-option* tienen un significado y una valoración muy diferente para distintas culturas. Los valores y principios basados en la competencia, el individuo, el sentido eminentemente utilitarista de la Ciencia... están tan profundamente arraigados en el mundo anglosajón (claramente hegemónico en este campo) que, inconscientemente y, al parecer, inevitablemente, forman parte de toda una concepción de la realidad de la difícilmente pueden escapar las interpretaciones "objetivas" de científicos (por muy asépticos que pretendan ser) de este entorno cultural. Y aquí, quizás sea pertinente una referencia a la especie de "integrismo" darwinista que se da en nuestro país, por el cual, científicos que, en su mayoría (*¿*), no se han molestado en leer "El origen de las especies", se muestran extraordinariamente ofendidos ante cualquier intento de cuestionamiento del darwinismo. Este mimetismo, que podríamos denominar "efecto Texas", y que llega, a veces, a extremos como afirmar que el que no es darwinista no es biólogo o que todo lo descubierto antes de Darwin puede considerarse irrelevante (e incluso a otros verdaderamente ridículos que no merece la pena mencionar), conduce a que mientras en su país de origen se está comenzando a cuestionar su capacidad explicativa, la Biología de nuestro país parece encaminarse a ser el último bastión de la vieja ortodoxia.

Otro obstáculo nada despreciable en este mismo contexto es el de los mitos sobre las "grandes figuras de nuestra civilización". No parece muy probable que, teniendo en cuenta la actual (y parece que indefinida) situación de "nuestra civilización", se llegue a admitir que el hombre "autor de una de las más grandes proezas de la mente humana" haya sido, en realidad, responsable (entre otras cosas) de un obstáculo en el progreso del conocimiento.

Pero quizás el refuerzo más poderoso del darwinismo (porque seguramente es inconsciente) es la proyección de la concepción de "la cruda realidad", es decir de cómo son las cosas "sin sentimentalismos o idealismos", o lo que es lo mismo, cómo es el sistema económico y social que se ha impuesto en el Mundo. Un sistema basado en la "libre competencia" en el que no hay sitio para los "perdedores" y en el que la omnipotente "mano invisible del mercado" es el equivalente de la poderosa y ciega selección natural.

Por último, y en este mismo contexto, no puedo dejar de mencionar la posibilidad de que "tal vez" los fuertes intereses económicos que están detrás de las empresas dedicadas a erradicar (previo pago) "las enfermedades que azotan a la Humanidad", tengan algún papel en este

problema. La explicación, apoyada por prestigiosos especialistas, de que las peligrosas e incontrolables manipulaciones genéticas que realizan “no son más que una aceleración de los procesos (aleatorios) que han tenido lugar en la Naturaleza” necesita de una reafirmación (y popularización) de los conceptos darvinistas.

Pero el problema de índole “no estrictamente científica” va más allá de una interpretación deformada de la realidad. Las aplicaciones prácticas de toda esta concepción basada en creencias, ya descartadas, como que la información genética está sólo en el núcleo celular, que los caracteres (de cualquier tipo) están directamente determinados por “los genes” independientemente de factores ambientales y de su relación con el resto del genoma, que los cambios genéticos se producen “al azar”, que los virus endógenos y los elementos móviles son esencialmente “parásitos” o “basura”, etc., pueden convertir (de hecho ya está ocurriendo) las manipulaciones de muchos de estos procesos biológicos en un verdadero peligro de consecuencias imprevisibles.

En anteriores trabajos (Sandín, 95, 97, etc.) ya he expuesto, reiteradamente, (en éste caso lo admito) algunos de estos posibles peligros así como una reinterpretación del origen de problemas como los planteados por el SIDA o el cáncer, pero, dado el especial carácter de este escrito y los lectores a los que va, fundamentalmente, dirigido, creo preferible dejar al lector la valoración de su congruencia con el modelo planteado aquí, así como el análisis de su posible relación con los problemas originados por estas prácticas, un análisis que tal vez pueda dar respuesta a algunas preguntas:

1.- ¿Son las “clonaciones”, basadas en la transferencia de un núcleo celular a un citoplasma ajeno, reales?

2.- ¿Existen garantías de que la introducción de una secuencia génica procedente de un determinado organismo en el genoma de un organismo diferente produzca en éste el mismo efecto que en el primero?

3.- Si tenemos en cuenta la relación “evolutiva” de los virus (y sus derivados, los elementos móviles) con las secuencias relacionadas con el control del desarrollo embrionario ¿no podrían ser los llamados “oncogenes” secuencias de origen viral implicadas en la proliferación celular y activadas en un momento inadecuado por agresiones ambientales?

4.- En este mismo contexto, ¿serían las partículas virales emitidas por tumores las verdaderas causantes de las metástasis y no células “malignizadas”?

5.- ¿Son los virus “asociados” a enfermedades autoinmunes como la artritis causa (como se dice) o consecuencia de estas enfermedades?

6.- ¿No será mayor el riesgo de los xenotransplantes si se consigue superar el “rechazo hiperagudo” que lleva a la rápida muerte de los pacientes, de forma que se haga posible que los virus endógenos animales y humanos puedan activarse e incluso, hibridarse, produciendo algún tipo de virus incontrolable?

7.- ¿No será un proceso de éste tipo, es decir, la introducción en el sistema circulatorio humano de vacunas elaboradas con sangre entera de macaco y chimpancé, y la hibridación de sus virus endógenos el origen de los virus (por cierto, híbridos) del SIDA, y no el hábito (milenario) de los africanos de comer mono, como nos quieren convencer los expertos?

8.- ¿No serán los linfocitos el lugar donde se expresan los retrovirus endógenos responsables de la inmunodepresión (como en el caso de las mujeres embarazadas) y no el supuesto “refugio” de los virus ante el tratamiento del SIDA?

9.- ¿No serán los tratamientos con antirretrovirales las causas de las muertes de los “seropositivos” por afectar órganos donde se expresan normalmente distintos retrovirus endógenos?

10.- ¿Son todos los “seropositivos” enfermos de SIDA?

11.- ¿No pueden ser las muertes por leucemia o los supuestos “contagios” de SIDA de los pacientes sometidos a “terapia génica” resultado de la malignización o hibridación de virus endógenos como consecuencia de los vectores virales utilizados?

12.- ¿Son los virus “emergentes” peligrosos microorganismos “agazapados esperando su oportunidad para encontrar organismos donde expandirse” o son virus malignizados por algún tipo de agresión ambiental entre las que se pueden encontrar “experimentos científicos”?

13.- ¿Son las “fugas” de los genes modificados de las plantas transgénicas resultado sólo de la polinización cruzada o puede ser consecuencia de la transferencia horizontal (produciendo una “contaminación biológica” permanente) a causa de los vectores utilizados?

14.- ¿Será posible, como se afirma, prolongar la vida humana encontrando “los genes de la longevidad” o “limpiando los genomas de basura”?

15.- Y finalmente, ¿Son realmente necesarias estas prácticas de manipulación genética cuando los expertos más cualificados afirman que estamos muy lejos de conocer (y mucho menos controlar) los procesos implicados?

En definitiva, si guardianes de la ortodoxia como los citados están convencidos de que “ya no queda prácticamente nada por investigar” deberían actuar en consecuencia o, al menos, no impedir que se planteen otras alternativas a su “credo”, porque lo que parece claro, a juzgar por los nuevos datos que hemos visto, es que no sólo queda mucho por comprender, sino que los nuevos científicos tienen por delante el enorme trabajo de rehacer la Biología desde su base, y ese no es un trabajo para científicos cargados de “verdades indiscutibles”.

No comparto literalmente la cita de Max Planck que encabeza este escrito, porque no estoy seguro de que existan (al menos en Biología) verdades científicas absolutas, pero sí su significado. Sería muy poco estimulante que el camino de los nuevos científicos se limitase a seguir una senda marcada, pero no es este el caso. Tenéis mucho por hacer y mucho por aportar, así que, enhorabuena y adelante.

## **BIBLIOGRAFÍA**

AGUSTÍ, J. (2003). Fósiles, genes y teorías. Diccionario heterodoxo de la evolución. Tusquets Editores. Barcelona.

AYALA, F. J. (1999). La teoría de la evolución. De Darwin a los últimos avances de la genética. Temas de hoy. Madrid.

BEARD, C. (2002). East of Eden at the Paleocene/Eocene Boundary. *Science* 295 N° 5562: 2028-2029.

BEHE, M. J. (1999). La caja negra de Darwin. El reto de la bioquímica a la evolución. Editorial Andrés Bello. Barcelona.

BENFEY, P. N. (2003). Molecular biology: MicroRNA is here to stay. *Nature* 425: 244-245.

BJEDOV, I. et al. (2003). Stress-Induced Mutagenesis in Bacteria. *Science*. 300: 1404-1409.

BROWN, J. R. (2003). Ancient horizontal gene transfer. *Nat. Rev. Genet.* 4(2): 121-132.

CARROLL, R. L. (2000). Towards a new evolutionary synthesis. *TREE*, Vol. 15, N° 1:27-32.

CRAMPTON, J. S. et al. (2003). Estimating the Rock Volume Bias in Paleodiversity Studies. *Science* 301 N° 5631 : 358.360.

DARWIN, Ch. R. (1859). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the*



- Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life. Versión española: El origen de las especies. Akal. 1998. (Se ruega encarecidamente su lectura. Presto el libro).
- DAWKINS, R. (1993). El gen egoísta. Biblioteca científica Salvat.
- DOOLITTLE, W. F. (2000). Nuevo árbol de la vida. Investigación y Ciencia. Abril. 26-32.
- DUBOULE, D. (2003). Time for Chronomics? Science 301: 336-338.
- DUNHAM, M. J. et al. (2002). Characteristic genome rearrangements in experimental evolution of *Saccharomyces cerevisiae*. PNAS Online, 99 (25): 16144
- ELLWOOD, B. B. (2003). Impact Ejecta Layer from the Mid-Devonian: Possible Connection to Global Mass Extinctions. Science Online 300 (5626): 1734.
- FEYERABEND, P. K. (1989). Contra el método. Ariel. Barcelona.
- FUHRMAN, J. A. (1999). Marine viruses and their biogeochemical and ecological effects. Nature, 399: 415-417.
- GARCÍA BELLIDO, A. (1999). Los genes del Cámbrico. Rev. R. Acad. Cienc. Exact. Fis. Nat. (Esp). Vol. 93, N° 4: 511-528.
- GU, X. et al. (2002). Age distribution of human gene families shows significant roles of both large and small-scale duplications in vertebrate evolution. Nature Genetics Vol. 32 N° 2: 205-209.
- GUPTA, R. S. (2000). The natural evolutionary relationships among prokaryotes. Crit. Rev. Microbiol. 26: 111-131.
- JOZA, N. et al. (2001). Essential role of the mitochondrial apoptosis-inducing factor in programmed cell death. Nature 410, 549-554.
- KERR, R. (2002). A Trigger for the Cambrian Explosion?. Science 298, 5598: 1547
- KMITA, M. Et al. (2002). Serial deletions and duplications suggest a mechanism for the collinearity of *Hoxd* genes in limbs. Nature 420: 145-150.
- LÖNNIG, W. H. y SAEDLER, H. (2003). Chromosome Rearrangements and Transposable Elements. Annual Review of Genetics, 36(1): 389.
- MAKALOWSKY, W. (2003). Not Junk Alter All. Science Vol 300: 1246-1247.
- MARGULIS, L. (2002). Una revolución en la evolución. Col·lecció Honoris Causa. Universitat de València.
- MATTICK, J. S. y GAGEN, M. J. (2001). The Evolution of Controlled Multitasked Gene Networks: The Role of Introns and Other Noncoding RNAs IN THE Development of Complex Organisms. Molecular Biology and Evolution 18: 1611-1630.
- McLYSAGHT, A. et al. (2002). Extensive genomic duplication during early chordate evolution. Nature Genetics Vol. 31 N° 2: 200-204.
- MORIN, E. (2002). Articuler les savoirs. Ministère de l'Éducation Nationale, de la Recherche et de la Technologie de France.
- NIEHRS, C. and MEINHARDT, H. (2002). Developmental biology: Modular feedback. Nature 417: 35-36.
- OLTVAI, Z. N. y BARABÁSI, A. L. (2002). Life's Complexity Pyramid. SCIENCE, 298, 5594: 763-764.
- PEARSON, H. (2003). Geneticists play the number game in vain. Nature 423, 576.
- RAPP, B. et al. (2003). Dosage sensitivity and the evolution of gene families in yeast. Nature 424: 194-197.

- RONSHAUGEN, M. et al. (2002). Hox protein mutation and macroevolution of the insect body plan. *Nature AOP*.
- SANDÍN, M. (1995). Lamarck y los mensajeros. La función de los virus en la evolución. Editorial Istmo. Madrid.
- SANDÍN, M. (1997). Teoría sintética: Crisis y revolución. *Arbor*, CLVIII, 623-624: 269-303.
- SANDÍN, M. (1998). La función de los virus en la evolución. *Bol. R. Soc. Hist. Nat. (Actas)*. 95: 17-22.
- SANDÍN, M. (2000). Sobre una redundancia: El darwinismo social. *Asclepio*. Vol. LII, 2: 27-50
- SANDÍN, M. (2001). Las “sorpresas” del genoma. *Bol. R. Soc. Hist. Nat. (Sec. Biol.)*, 96 (3-4), 345-352.
- SANDÍN, M. (2002 a). Hacia una nueva Biología. *Arbor*, CLXXII, 677: 167-218.
- SANDÍN, M. (2002 b). Una nueva biología para una nueva sociedad. *Política y Sociedad (UCM)*. Vol. 39, Nº 3: 537-573.
- SAMPEDRO, J. (2002). Deconstruyendo a Darwin. Los enigmas de la evolución a la luz de la nueva genética. *Drakontos*. Barcelona.
- STAPPENBECK, T. et al. (2002). Developmental regulation of intestinal angiogenesis by indigenous microbes via Paneth cells. *PNAS*, Vol. 99 Nº 24: 15451-15455.
- THE GENOME SEQUENCING CONSORTIUM. (2001). Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature*, 409: 860-921.
- TRUE, J. R. y CARROLL, S. B. (2002). Gene Co-Option in Physiological and Morphological Evolution. *ANNU. Rev. Cell. Dev. Biol.*, 18: 53-80.
- WHITFIELD, J. (2002). More bugs in garden than ocean. *Nature science update*. (sep. 15)
- WHITING, M.F. et al. (2003). Loss and recovery of wings in stick insects. *Nature* 421:264-267.

# Dos libros: dos Universos

Máximo Sandín

Contrastes Nº 35. Agosto/Septiembre 2004.

## *Filosofía Zoológica*

Jean Baptiste de Lamarck (1809)

### *Sobre el Origen de las Especies*

*por medio de la Selección Natural*

*o el Mantenimiento de las Razas*

### *Favorecidas en la Lucha por la Existencia*

Charles Darwin (1859)

Quizás no haya una obra humana que refleje con mayor fidelidad las características, los rasgos más íntimos y los recovecos más profundos del pensamiento de una persona, que un libro escrito por ella. Reconozco que este no es un comienzo muy original. Seguramente, esta frase o algo muy parecido ha sido escrito tantas veces que puede sonar a tópico pero, así como hay muchas mentiras que acaban convirtiéndose en verdades a fuerza de repetidas, hay verdades (o aproximaciones a la verdad) que no dejan de serlo por lo mismo. Tal vez sea este el caso de este otro aforismo: *El Universo es un libro, dice la sabiduría: todo libro encierra el Universo*, aunque mis limitaciones me impiden captar la esencia de lo que hay detrás de esta hermosa frase. Pero sí me permiten (por aproximación) llegar a la, seguramente, simple idea de que, al menos, los libros son un reflejo del universo del autor, de cómo lo percibe y se relaciona con él.

En cualquier caso (en cualquiera de las dos "escalas") los libros cuyos títulos encabezan este escrito podrían ser contemplados como una metáfora de uno de los muchos y sorprendentes enigmas de la Astrofísica: la posible existencia de distintos universos. Los ejemplares que, en estos momentos, tengo entre las manos son lo más parecido a una representación física de dos "universos personales" tan distantes como distintos: *Filosofía (Teoría) Zoológica*, es una (hermosa) edición en facsímil de su primera edición española ¡de 1905! Una exposición, articulada desde los aspectos más generales a los más particulares, de los conocimientos zoológicos de la época, en 261 páginas repletas de datos, observaciones propias y clasificaciones, pero, sobre todo, de reflexiones e ideas, algunas de las cuales, aunque limitadas por los conocimientos de la época, asombrosamente avanzadas para su tiempo.

*Origen de las especies* se podría describir (al menos yo podría) como lo que los estudiantes califican de "ladrillo", pero en este caso, no sólo por el grosor (573 páginas) sino también por el "espeso" material que compone su interior. Una desorganizada exposición (inevitable, porque el contenido es difícilmente "organizable") de

observaciones sobre animales domésticos, interpretaciones y razonamientos "biológicos" algunos realmente peregrinos, y sorprendentes fenómenos que "le contaron", todo ello, encaminado, reiterativamente, a apoyar la tesis expuesta en el verdadero título (como de costumbre, "resumido" en la portada) que constituye la práctica totalidad de la aportación darwinista al estudio de la evolución, a saber: Que las "razas" favorecidas en la lucha por la supervivencia, sobreviven.

No creo arriesgar mucho si aventuro que el lector habrá deducido que no existe en mí la menor pretensión de "objetividad" en mis descripciones (mis interpretaciones) de ambos libros. Podría intentar justificarme aduciendo que, posiblemente, mi evidente parcialidad sea el resultado de una reacción contra la "objetividad" con que los darwinistas nos han transmitido la historia (y las ideas) de las teorías evolutivas, pero como no tengo el menor pudor en confesarme "sujeto", y por tanto, "subjetivo", resumiré mis motivos con una de las célebres "sentencias" de Oscar Wilde: *Sólo podemos dar opiniones imparciales sobre las cosas que no nos interesan. Por eso mismo, las opiniones imparciales carecen siempre de interés.* No obstante, existe otra posible forma de justificación de los declaradamente parciales juicios anteriormente emitidos: que sea el propio lector el que dictamine sobre su pertinencia.

Por limitaciones de espacio me veo obligado a exponer una selección (por tanto, artificial) de lo que se puede considerar (supongo que "objetivamente") como las ideas más relevantes sobre la evolución biológica contenidas en ambos textos, aunque lo que recomendaría, especialmente a los darwinistas más recalcitrantes, es su lectura completa.

## **SOBRE LOS FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS DE LA TEORÍA**

### ***"Origen de las especies":***

*Al principio de mis observaciones me parecía probable que un cuidadoso estudio de los animales domésticos y de las plantas cultivadas ofrecería la mejor probabilidad de aclarar este oscuro problema. Y no anduve equivocado; en éste y en todos los demás casos de perplejidad he encontrado invariablemente que nuestro conocimiento, por imperfecto que sea, de la variación por medio de la domesticidad, daba el mejor y el más seguro norte. Yo osaría expresar mi convicción del alto valor de estos estudios, aunque hayan sido muy comúnmente descuidados por los naturalistas. (Introducción, Pág. 15)*

### ***Filosofía zoológica:***

*Encargado de analizar en el Museo de Historia Natural a los animales que yo llamé sin vértebras, a causa de faltarles la columna vertebral, mis indagaciones sobre infinidad de ellos, así como las observaciones que me vi obligado a realizar en la anatomía comparada, me dieron bien pronto la más alta idea del profundo interés científico que inspira su examen. /.../ El verdadero medio, en efecto, de llegar a conocer bien un objeto, hasta en sus más mínimos detalles, consiste en comenzar por considerarlo en su totalidad, examinando, por de pronto, ya su masa, ya su extensión, ya el conjunto de todas las partes que lo componen; por indagar cual es su naturaleza y origen, cuales son sus relaciones con los otros objetos conocidos; en una palabra, por considerarle desde todos los puntos de vista que puedan ilustrarnos sobre las generalidades que le conciernen. (Introducción, Pág.19)*

## **SOBRE EL INTERÉS DEL ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN**

### ***"Origen de las especies":***

*Cuando vemos que han ocurrido indudablemente variaciones útiles al hombre, no podemos creer*

*improbable que ocurran en el curso de muchas generaciones sucesivas, otras variaciones útiles de algún modo a cada ser en la batalla grande y compleja por la vida. /.../ No puede nombrarse un país en el cual todos los habitantes naturales estén ahora tan perfectamente adaptados entre sí y a las condiciones físicas en que viven, que no pudiesen todavía, algunos de ellos, estar mejor adaptados o mejorar; porque en todos los países los naturales han sido conquistados hasta tal punto por los que han tomado carta de naturaleza, que han permitido a los extranjeros tomar firme posesión de la tierra. (Capítulo IV, Selección natural, o supervivencia de los más aptos, Págs. 94-96)*

#### **Filosofía zoológica:**

*Nadie ignora que toda ciencia debe tener su filosofía, (teoría) y que sólo por ese camino puede hacer progresos reales. En vano consumirán los naturalistas todo su tiempo en describir nuevas especies y en marcar todos los matices de sus variaciones para aumentar la lista inmensa de las especies inscritas, porque si la filosofía es olvidada, sus progresos resultarán sin realidad y la obra entera quedará imperfecta. (Capítulo II. Importancia de la consideración de las conexiones, Pág. 48)*

#### **SOBRE EL MECANISMO DE LA EVOLUCIÓN**

##### **"Origen de las especies":**

*He llamado a este principio por el cual se conserva toda variación pequeña, cuando es útil, selección natural para marcar su relación con la facultad de selección del hombre. Pero la expresión usada a menudo por Mr. Herbert Spencer, de que sobreviven los más idóneos es más exacta, y algunas veces igualmente conveniente. (Capítulo III. Lucha por la existencia, Pág. 76)*

#### **Filosofía zoológica:**

*Las circunstancias influyen sobre la forma y la organización de los animales /.../ ciertamente, si se tomasen estas expresiones al pie de la letra, se me atribuiría un error; porque cualesquiera que puedan ser las circunstancias, no operan directamente sobre la forma y sobre la organización de los animales ninguna modificación. Pero grandes cambios en las circunstancias producen en los animales grandes cambios en sus necesidades y tales cambios en ellas las producen necesariamente en las acciones. Luego si las nuevas necesidades llegan a ser constantes o muy durables, los animales adquieren entonces nuevos hábitos, que son tan durables como las necesidades que les han hecho nacer. (Capítulo VII, De la influencia de las circunstancias sobre las acciones y los hábitos de los animales..., Pág. 165)*

#### **SOBRE LAS OBSERVACIONES DE LA NATURALEZA**

##### **"Origen de las especies"**

*En la América del Norte ha visto Hearne al oso negro nadando horas enteras con la boca completamente abierta, atrapando así, casi como una ballena, los insectos del agua. (Capítulo VI, Sobre el origen y transiciones de los seres orgánicos que tienen hábitos y estructuras peculiares, Pág. 194)*

*Los pleuronéctidos cuando son muy jóvenes y todavía simétricos y tienen sus ojos en los opuestos lados de la cabeza no pueden conservar por mucho tiempo una posición vertical /.../ De aquí que cansándose pronto caen al fondo sobre un costado. Mientras que están así descansando retuercen a menudo el ojo inferior hacia arriba, como observó Malm, para ver por encima de ellos; y hacen esto tan vigorosamente que el ojo queda duramente comprimido sobre la parte superior de la órbita. /.../ En una ocasión vio Malm a un pez joven mover el ojo inferior sobre una distancia angular de unos 70 grados. (Capítulo VII, Objeciones a la Teoría de la Selección Natural, Pág. 250)*

#### **Filosofía zoológica**

*Al llegar a los invertebrados, se entra en una serie inmensa de animales diversos. Son los más numerosos que existen en la Naturaleza, los más curiosos y los más interesantes bajo la relación que se observa en su organización y en sus facultades. Se convence uno al observar su estado de que para hacerlos nacer sucesivamente, la Naturaleza ha procedido de una manera gradual de lo más simple hacia lo más compuesto. /.../ En efecto, cuando la Naturaleza ha llegado a crear un órgano especial para la digestión (como en los pólipos), dio por primera vez una forma particular y constante a los animales*

que están provistos de ella, los infusorios, por donde todo ha comenzado. (Capítulo VI, Degradación y simplificación de la organización..., Pág. 128)

## **SOBRE LA UTILIDAD DE LA TEORÍA**

### **"Origen de las especies"**

*Un campo grande, y casi virgen de investigaciones quedará abierto sobre las causas y leyes de la variación, la correlación, los efectos del uso y el desuso, la acción directa de las condiciones externas, etc., etc. El estudio de las producciones domésticas subirá inmensamente en importancia. /.../ En el porvenir veo campos abiertos para investigaciones mucho más importantes. La psicología se basará, seguramente, sobre los cimientos establecidos por Mr. Herbert Spencer, los de la adquisición necesaria por gradación, de cada facultad y capacidad mental. Mucha luz se derramará entonces sobre el origen del hombre y de su historia. (Recapitulación, Pág. 557-558)*

### **Filosofía zoológica:**

*La experiencia en la enseñanza me ha permitido darme cuenta de la utilidad que actualmente tendría una Filosofía zoológica, es decir un conjunto de preceptos y principios relacionados con el estudio de los animales y aplicables incluso a otras partes de las ciencias naturales, ya que desde hace unos treinta años nuestros conocimientos zoológicos han progresado considerablemente.*

*Por tanto he intentado elaborar un esbozo de esta Filosofía para utilizarla en mis clases y hacerme entender por mis alumnos: no tiene ningún otro objetivo. (Advertencia, Pág. 247)*

## **CONCLUSIONES FINALES**

### **"Origen de las especies":**

*A juzgar por el pasado, sin riesgo podemos inferir que ni una sola especie viva transmitirá su semejanza inalterada a un porvenir distante. /.../ Por esto podemos mirar con alguna confianza a un porvenir seguro de gran duración. Y como la selección natural obra solamente por y para el bien de cada ser, todos los atributos corpóreos y mentales tenderán a progresar hasta la perfección. /.../ Hay grandeza en esta opinión de que la vida, con sus diversas facultades, fue infundida en su origen por el Creador en unas pocas formas o en una sola; y que mientras este planeta, según la determinada ley de la gravedad, ha seguido recorriendo su órbita, innumerables formas bellísimas y llenas de maravillas se han desenvuelto de un origen tan simple, y siguen siempre desenvolviéndose. (Recapitulación, Pág. 560)*

### **Filosofía zoológica**

*En cualquier caso, al entregarme a las observaciones que han hecho nacer las consideraciones expuestas en esta obra, he obtenido las satisfacciones que me hacía experimentar su parecido a las verdades, así como la recompensa a las fatigas que conllevaron mis estudios y mis meditaciones. Publicando estas observaciones, con los resultados que he ido obteniendo, tengo como finalidad invitar a los hombres esclarecidos que aman el estudio de la Naturaleza, a seguirlos, verificarlos y extraer por su cuenta las consecuencias que juzguen pertinentes. /.../ Habré conseguido el objetivo que me propongo si los amantes de las ciencias naturales encuentran en esta obra algunos puntos de vista y algunos principios útiles, si las observaciones que he expuesto en ella se confirman o son aprobadas por los que han tenido ocasión de ocuparse de estos mismos temas, y si las ideas que harán que nazcan, sean las que sean, pueden hacer avanzar nuestros conocimientos o ponernos en camino de llegar a las verdades desconocidas. (Advertencia, Pág. 260)*

Esta obligada selección (e insisto: por tanto, artificial) de algunos párrafos es sólo un pálido reflejo de diferencias mucho más significativas en los razonamientos, en la documentación, en los conceptos... en fin, de los universos personales de ambos textos. Seguramente, algún prejuicio me impida comprender "lo que Darwin, en realidad, quería decir", pero tengo que reconocer que ni buscando entre las culturas de los más recónditos confines de la Tierra podría encontrar, en conjunto, una concepción del Mundo, unos valores y una ideología más opuestos a los míos que los de las

conservadoras clases acomodadas victorianas. También es posible que estos prejuicios puedan estar contaminados de cierto corporativismo. Lamarck fue profesor universitario, creó el término Biología entendido como disciplina científica, he usado las "Claves dicotómicas" que él inventó para el estudio de las plantas... Y me considero un heredero intelectual (o moral) de su querida Revolución.

Pero, asumiendo esta deformación en mi apreciación, también puedo recurrir en mi defensa a algunos datos biográficos que pueden justificarla (al menos para algunos).

Darwin, que jamás realizó estudios de Biología (su única titulación era la de "subgraduado" en Teología, obtenida para ejercer de ministro de la Iglesia Anglicana), escribió su obra desde su encierro (casi vitalicio) en su mansión Down House, como hemos leído, mediante *un cuidadoso estudio de los animales domésticos y de las plantas cultivadas*, y sus conceptos teóricos se basaron, según nos cuenta él mismo, en las tesis, que se pueden calificar de todo, menos de filantrópicas, de dos "próceres" de la sociedad victoriana: el también ministro de la Iglesia Anglicana Thomas Malthus y su *Ensayo sobre el principio de la población*, y Herbert Spencer con su *Estática social*.

Lamarck, que tuvo una intensa vida (incluida la amorosa), impulsó, al amparo de la Revolución, la reforma de la obsoleta Sorbona y la creación de cátedras para distintas especialidades. Investigó y escribió sobre Meteorología, Botánica, Paleontología, Física, Zoología... y se dejó la vista realizando miles de estudios y disecciones de invertebrados. Pero el Imperio y la Restauración Borbónica le hicieron pagar duramente sus veleidades revolucionarias, y acabó sus días (sus últimos once años) en la más terrible pobreza.

Darwin vivió y murió entre la fama y la fortuna económica, que incrementó notablemente gracias a su calculada boda con su rica (en el sentido crematístico) prima y a sus actividades como prestamista. Fue enterrado en la Abadía de Westminster al lado de la tumba de Isaac Newton y a sus funerales asistieron las más importantes personalidades del poder económico y político de la época, sin duda, muy impresionados por el "descubrimiento científico" que venía a justificar su existencia.

Lamarck, el "Padre de la Biología", que murió ciego y en la indigencia, fue enterrado en una fosa común.

Puede parecer, simplemente, un final injusto e indignante como tantos otros en la historia, pero si nos paramos a pensar tiene algo de simbólico y mucho de premonitorio.

## LA GUERRA CONTRA BACTERIAS Y VIRUS: UNA LUCHA AUTODESTRUCTIVA

Máximo Sandín

La guerra permanente contra los entes biológicos que han construido, regulan y mantienen la vida en nuestro Planeta es el síntoma más grave de una civilización alienada de la realidad que camina hacia su autodestrucción.

Las dos obras fundacionales que constituyen la base teórico-filosófica del pensamiento occidental contemporáneo, de la concepción de la realidad, de la sociedad, de la vida, y que han sido determinantes en las relaciones de los seres humanos entre sí y con la Naturaleza son “La riqueza de las naciones” de Adam Smith y “Sobre el origen de las especies por medio de la selección natural o el mantenimiento de las razas favorecidas en la lucha por la existencia” de Charles Darwin. La concepción de la naturaleza y la sociedad como un campo de batalla en el que dos fuerzas abstractas, la selección natural y la mano invisible del mercado rigen los destinos de los competidores, ha conducido a una degradación de las relaciones humanas y de los hombres con la naturaleza sin precedentes en nuestra historia que está poniendo a la humanidad al borde del precipicio. El creciente abismo entre los países víctimas de la colonización europea y los países colonizadores, las decenas de guerras permanentes, siempre originadas por oscuros intereses económicos, la destrucción imparable de ecosistemas marinos y terrestres... sólo pueden conducir a la Humanidad a un callejón sin salida.

La gran industria farmacéutica se puede considerar, dentro de este proceso destructivo, un claro exponente de la aplicación de estos principios y de sus funestas consecuencias. La concepción del organismo humano y de la salud como un campo para el mercado, como un objeto de negocio, unida a la visión reduccionista y competitiva de los fenómenos naturales ha conducido a una distorsión de la función que, supuestamente, le corresponde, que puede llegar a constituir un factor más a añadir a los desencadenantes de la catástrofe. Un ejemplo dramáticamente ilustrativo de los peligros de esta concepción es el alarmante aumento de la resistencia bacteriana a los antibióticos, que puede llegar a convertirse en una grave amenaza para la población mundial, al dejarla inerte ante las infecciones (Aleksun M. N. y Levy S. B. 2007). El origen de este problema se encuentra en los dos conceptos mencionados anteriormente, que se traducen en el uso abusivo de antibióticos ante el menor síntoma de infección, su utilización masiva para actividades comerciales como el engorde de ganado, y su comercialización con evidente ánimo de lucro, pero, sobre todo, de la consideración de las bacterias como patógenos, “competidores” que hay que eliminar.

Esta concepción pudo estar justificada por la forma como se descubrieron las bacterias, antes “inexistentes”. El hecho de que su entrada en escena fuera debido a su aspecto patógeno, unido a la concepción darvinista de la naturaleza según la cual, la competencia es el nexo de unión entre todos sus componentes, las estigmatizó con el sambenito de microorganismos productores de enfermedades que, por tanto, había que eliminar. Sin embargo, los descubrimientos recientes sobre su verdadero carácter y sus funciones fundamentales para la vida en nuestro planeta han transformado radicalmente las antiguas ideas. Las bacterias fueron fundamentales para la aparición de la vida en la Tierra, al hacer la atmósfera adecuada para la vida tal como la conocemos mediante el proceso de fotosíntesis (Margulis y Sagan, 1995). También fueron responsables de la misma vida: las células que componen todos los organismos fueron formadas por fusiones de distintos tipos de bacterias de las que sus secuencias génicas se pueden identificar en los organismos actuales (Gupta, 2000). En la actualidad, son los elementos básicos de la cadena trófica en el mar y en la tierra y en



el aire (Howard et al., 2006; Lambais et al., 2006) y siguen siendo fundamentales en el mantenimiento de la vida: *“Purifican el agua, degradan las sustancias tóxicas, y reciclan los productos de desecho, reponen el dióxido de carbono a la atmósfera y hacen disponible a las plantas el nitrógeno de la atmósfera. Sin ellas, los continentes serían desiertos que albergarían poco más que líquenes”*. (Gewin, 2006), incluso en el interior y el exterior de los organismos (en el humano su número es diez veces superior al de sus células componentes). La mayor parte de ellas son todavía desconocidas y se calcula que su biomasa total es mayor que la biomasa vegetal terrestre. Con estos datos resulta evidente que su carácter patógeno es absolutamente minoritario y que en realidad es debido a alteraciones de su funcionamiento natural producidas por algún tipo de agresión ambiental ante la que reaccionan intercambiando lo que se conoce como “islotos de patogenicidad” ( Brzuszkiewicz et al., 2006) una reacción que, en realidad, es una reproducción intensiva para hacer frente a la agresión ambiental. De hecho, se ha comprobado que los antibióticos no son realmente “armas” antibacterianas, sino señales de comunicación que, en condiciones naturales, utilizan, entre otras cosas, para controlar su población: *“Lo que los investigadores conocen sobre los microbios productores de antibióticos viene fundamentalmente de estudiarlos en altos números como cultivos puros en el laboratorio, unas condiciones artificiales comparadas con su número y diversidad encontrados en el suelo”* (Mlot, 2009). A pesar de todos estos datos reales, se puede comprobar cómo la industria farmacéutica sigue buscando “nuevas armas” para combatir a las bacterias (Pearson, 2006).

Los virus han seguido, con unos años de retraso, el mismo camino que las bacterias, debido a que su descubrimiento fue más tardío a causa de su menor tamaño. Descubiertos por Stanley en la enfermedad del “mosaico del tabaco” fueron, lógicamente, dentro de la óptica competitiva de la naturaleza, incluidos en la lista de “rivales a eliminar”. Es evidente que algunos de ellos provocan enfermedades, algunas terribles, pero, ¿no estará en el origen de éstas algún proceso semejante al que ya parece evidente en las bacterias? Veamos los datos más recientes al respecto: El número estimado de virus en la Tierra es de cinco a veinticinco veces más que el de bacterias. Su aparición en la Tierra fue simultánea con la de las bacterias (Woese, 2002) y la parte de las características de la célula eucariota no existentes en bacterias (ARN mensajero, cromosomas lineales y separación de la transcripción de la traslación) se han identificado como de procedencia viral (Bell, 2001). Las actividades de los virus en los ecosistemas marinos y terrestres (Williamson, K. E., Wommack, K. E. y Radosevich, M., 2003; Suttle, C. A., 2005) son, al igual que las de las bacterias, fundamentales. En los suelos, actúan como elementos de comunicación entre las bacterias mediante la transferencia genética horizontal (Ben Jacob, E. et al., 2005) en el mar tienen actividades tan significativas como estas: En las aguas superficiales del mar hay un valor medio de 10.000 millones de diferentes tipos de virus por litro. Su densidad depende de la riqueza en nutrientes del agua y de la profundidad, pero siguen siendo muy abundantes en aguas abisales. Su papel ecológico consiste en el mantenimiento del equilibrio entre las diferentes especies que componen el placton marino (y como consecuencia del resto de la cadena trófica) y entre los diferentes tipos de bacterias, destruyéndolas cuando las hay en exceso. Como los virus son inertes, y se difunden pasivamente, cuando sus "huéspedes" específicos son demasiado abundantes son más susceptibles de ser infectados. Así evitan los excesos de bacterias y algas, cuya enorme capacidad de reproducción podría provocar graves desequilibrios ecológicos, llegando a cubrir grandes superficies marinas. Al mismo tiempo, la materia orgánica liberada tras la destrucción de sus huéspedes, enriquece en nutrientes el agua. Su papel biogeoquímico es que los derivados sulfurosos producidos por sus actividades, contribuye... ¡a la nucleación de las nubes! A su vez, los virus son controlados por la luz del sol (principalmente por los rayos ultravioleta) que los deteriora, y cuya intensidad depende de la profundidad del agua y de la densidad de materia orgánica en la superficie, con lo que todo el sistema se regula a sí mismo. (Fuhrman, 1999). Hasta el 80% de las secuencias de los virus marinos y terrestres no son conocidas en ningún organismo animal ni vegetal. (Villareal, 2004). En cuanto a sus actividades en los organismos, los datos que se están obteniendo los convierten en los elementos fundamentales en la construcción de la vida. Además de las características de la célula eucariota no existentes en las bacterias que se han identificado como procedentes de virus, más significativo aún

es el hecho de que la inmensa mayor parte de los genomas animales y vegetales está formada por virus endógenos que se expresan como parte constituyente de éstos (Britten, R.J., 2004) y elementos móviles y secuencias repetidas derivadas de virus que se han considerado erróneamente durante años “ADN basura” gracias a la “aportación científica” de Richard Dawkins con su pernicioso libro “El gen egoísta” (Sandín, 2001; Von Sternberg, R., 2002). Entre éstas, los genes homeóticos fundamentales, responsables del desarrollo embrionario, cuya disposición en los cromosomas de secuencias repetidas en tandem revela un evidente origen en retrotransposones (capaces de hacer, con la ayuda del genoma, duplicaciones de sí mismos), a su vez derivados de retrovirus (Wagner, G. P. et al., 2003; García-Fernández, J., 2005). Una de las funciones más llamativas es la realizada por los virus endógenos W, cuya misión en los mamíferos consiste en la formación de la placenta, la fusión del sincitio-trofoblasto y la inmunosupresión materna durante el embarazo (Venables et al., 1995; Harris, 1998; Mi et al., 2000; Muir et al., 2004). Pero la cantidad, no sólo de “genes” sino de proteínas fundamentales en los organismos eucariotas (especialmente multicelulares) no existentes en bacterias y adquiridas de virus sería inacabable (Adams y Cory, 1998; Barry y McFadden, 1999; Markine-Goriaynoff et al., 2004; Gabus et al., 2001; Medstrand y Mag, 1998; Jamain et al., 2001), aunque, en ocasiones, los propios descubridores, llevados por la interpretación darwinista las consideran aparecidas misteriosamente (“al azar”) en los eucariotas y adquiridas por los virus (Hughes & Friedman, 2003) a los que acusan de “secuestradores”, “saboteadores” o “imitadores” (Markine-Goriaynoff et al., 2004) sin tener en cuenta que los virus en estado libre son absolutamente inertes, y que es la célula la que utiliza y activa los componentes de los virus (Cohen, 2008). Por eso, resultan absurdas las acusaciones, que estamos cansados de oír, de que los virus “mutan para evadir las defensas del hospedador”. Las “mutaciones” se producen durante los procesos de integración en el ADN celular debido a que la *retrotranscriptasa* viral no corrige los “errores de copia”.

En definitiva, e independientemente de la incapacidad para la comprensión de la importante función de los virus en la evolución y los procesos de la vida motivada por la asfixiante concepción reduccionista y competitiva de las ideas dominantes en Biología, los datos están disponibles en los genomas secuenciados hasta ahora. En el genoma humano se han identificado entre 90.0000 y 300.0000 secuencias derivadas de virus. La variabilidad de las cifras es debida a que depende de que se tengan en consideración virus completos o secuencias parciales derivadas de virus. Es decir, también están en nuestro interior. Cumpliendo funciones imprescindibles para la vida. Pero también sabemos que los virus endógenos se pueden activar y “malignizar” como consecuencia de agresiones ambientales (Ter-Grigorov, et al., 1997; Gaunt, Ch. y Tracy, S., 1995).

Es decir, por más que la concepción dominante de la naturaleza, la que nos parecen querer imponer los interesados en la lucha contra ella, sea la de un sórdido campo de batalla plagado de “competidores” a los que hay que eliminar, lo que nos muestra la realidad es una naturaleza de una enorme complejidad en la que todos sus componentes están interconectados y son imprescindibles para el mantenimiento de la vida. Y que son las rupturas de las condiciones naturales, muchas de ellas causadas por esta visión reduccionista y competitiva de los fenómenos de la vida, las que están conduciendo a convertir a la naturaleza desequilibrada en un verdadero campo de batalla en el que tenemos todas las de perder.

El peligroso avance de la resistencia bacteriana a los antibióticos se puede considerar como el más claro exponente de las consecuencias de la irrupción de la competencia y el mercado en la naturaleza, pero hay otra consecuencia de esta actitud que nos puede dar una pista de hasta donde pueden llegar si se continúa por este camino: Desde 1992 hasta 1999, el periodista Edward Hooper siguió el rastro de la aparición del SIDA hasta un laboratorio en Stanleyville en el interior del Congo, por entonces belga, en el que un equipo dirigido por el Dr. Hilary Koprowski, elaboró una vacuna contra la polio utilizando como sustrato riñones de chimpancé y macaco. El “ensayo” de esta vacuna activa tuvo lugar entre 1957 y 1960, mediante un método muy habitual “en aquellos tiempos”, la vacunación de más de un millón de niños en diversas “colonias” de la zona. Niños cuyas condiciones de vida (y, por tanto, de salud) no eran precisamente las más adecuadas. En un

debate en el que el periodista expuso sus datos, Hooper fue vapuleado públicamente por una comisión de científicos que negaron rotundamente esa relación, aunque no se consiguió encontrar ninguna muestra de las vacunas. Parece comprensible que los científicos no quieran ni siquiera pensar en esa posibilidad. Desde entonces, se han publicado varios “rigurosos” estudios que asociaban el origen del sida con mercados africanos en los que era práctica habitual la venta de carne de mono o, más recientemente, “retrasando” la fecha de aparición hasta el siglo XIX mediante un supuesto “reloj molecular” basado en la comparación de cambios en las secuencias genéticas de virus. Lo que ni Hooper ni Koprowsky podían saber era que los mamíferos tenemos virus endógenos que se expresan en los linfocitos y que son responsables de la inmunodepresión materna durante el embarazo. En la actualidad, Koprowsky es uno de los científicos con más patentes a su nombre.

Las barreras de especie son un obstáculo natural para evitar el salto de virus de una especie a otra. Son necesarias unas condiciones extremas de estrés ambiental o unas manipulaciones totalmente antinaturales para que esto ocurra. Y todo esto nos lleva al cuestionamiento de muchos conceptos ampliamente asumidos que, como ajeno profesionalmente al campo de la medicina, sólo me atrevo a plantear a los expertos en forma de preguntas para que sean ellos los que consideren su pertinencia:

Si tenemos en cuenta que las secuencias genéticas de los virus endógenos y sus derivados están implicadas en procesos de desarrollo embrionario (Prabhakar et al., 2008), se expresan en todos los tejidos y en muchos procesos metabólicos (Sen y Steiner, 2004), inmunológicos (Medstrand y Mag, 1998), ¿cuál es la verdadera relación de los virus con el cáncer o con las enfermedades autoinmunes? ¿son causa o consecuencia? Es decir, ¿existen epidemias de cáncer o artritis o son los tejidos afectados los que emiten partículas virales (Seifarth et al., 1995)?

Si tenemos en cuenta que la inmunidad es un fenómeno natural que cuenta con sus propios procesos para garantizar el equilibrio con los microorganismos del entorno, la introducción artificial de microorganismos “atenuados” o partes de ellos en el organismo ¿no producirá una distorsión de los mecanismos naturales incluyendo un posible debilitamiento del sistema inmune que favorecería la posterior susceptibilidad a distintas enfermedades?

Y, finalmente, si tenemos en cuenta que la existencia en la naturaleza de “virus recombinantes” procedentes de dos especies diferentes es tan extraña que posiblemente sea inexistente debido a la extremada especificidad de los virus. ¿De dónde vienen esos extraños virus con secuencias procedentes de cerdos, aves y humanos?

En el caso hipotético de que los verdaderos intereses de la industria farmacéutica fueran los beneficios económicos, la enfermedad se convertiría en un negocio, pero las vacunas serían, sin la menor duda, el mejor negocio. Ya hemos visto repetidamente hasta donde pueden llegar las dos industrias que, junto con la farmacéutica, constituyen los mercados que más dinero “generan” en el mundo: la petrolera y la armamentística. Sería un duro golpe para los ciudadanos convencidos de que están en buenas manos comprobar que una industria aparentemente dedicada a cuidar la salud de los ciudadanos fuera en realidad otra siniestra máquina acumuladora de dinero capaz de participar en las turbias maquinaciones de sus compañeras de ranking como, por ejemplo, controlar prestigiosas organizaciones internacionales para favorecer sus propios intereses.

La concepción de la naturaleza basada en el modelo económico y social del azar como fuente de variación (oportunidades) y la competencia como motor de cambio (progreso) impone la necesidad de “competidores” ya sean imaginarios o creados previamente por nosotros y está dañando gravemente el equilibrio natural que conecta todos los seres vivos. Pero la Naturaleza tiene sus propias reglas en las que todo, hasta el menor microorganismo y la última molécula, están involucrados en el mantenimiento y regulación de la vida sobre la Tierra y tiene una gran capacidad de recuperación ante las peores catástrofes ambientales. El ataque permanente a los elementos fundamentales en esta regulación, la agresión a la “red de la vida”, puede tener unas consecuencias que, para nuestra desgracia, sólo podremos comprobar cuando la Naturaleza recobre el equilibrio.

# BIBLIOGRAFÍA

ADAMS, J.M. & CORY, S. 1998. The Bcl-2 protein family: arbiters of cell survival. *Science*, **28**: 1322-1326.

ALEKSHUN M. N. and LEVY S. B. 2007. Molecular Mechanisms of Antibacterial Multidrug Resistance. *Cell*, doi:10.1016/j.cell.2007.03.004

BARRY, M. & MCFadden, G. 1998. Apoptosis regulators from DNA viruses. *Current Opinion Immunology* **10**: 422-430.

BELL, P. J. 2001. Viral eukaryogenesis: was the ancestor of the nucleus a complex DNA virus? *Journal of Molecular Evolution* **53**(3): 251-256.

BEN JACOB, E, AHARONOV, Y. AND ASPIRA, Y. (2005). *Bacteria harnessing complexity. Biofilms.1*, 239- 263

BRITTEN, R. J. (2004). Coding sequences of functioning human genes derived entirely from mobile element sequences *PNAS* vol. 101 no. 48, 16825–16830.

BRZUSZKIEWICZ, E. et al., 2006. How to become a uropathogen: Comparative genomic analysis of extraintestinal pathogenic *Escherichia coli* strains. *PNAS*, vol. **103** no. 34 12879-12884

COHEN, J. (2008) HIV Gets By With a Lot of Help From Human Host. *Science*, Vol. 319. no. 5860, pp. 143 - 144

DAWKINS, R. 1993 : El gen egoísta. Biblioteca Científica Salvat.

FUHRMAN, J. A. 1999. Marine viruses and their biogeochemical and ecological effects. *Nature*,399:541-548.

GABUS, C., AUXILIEN, S., PECHOUX, C., DORMONT, D., SWIETNICKI, W., MORILLAS, M., SUREWICZ, W., NANDI, P. & DARLIX, J.L. 2001. The prion protein has DNA strand transfer properties similar to retroviral nucleocapsid protein. *Journal of Molecular Biology* **307** (4): 1011-1021.

GARCIA-FERNÁNDEZ, J. (2005). The genesis and evolution of homeobox gene clusters. *Nature Reviews Genetics* Volume **6**, 881-892.

GAUNT, Ch. y TRACY, S. 1995. Deficient diet evokes nasty heart virus. *Nature Medicine*, 1 (5): 405-406.

GEWIN, V. 2006. Genomics: Discovery in the dirt. *Nature* .Published online: 25 January 2006; | doi:10.1038/439384a

GUPTA, R. S. 2000. The natural evolutionary relationships among prokaryotes. *Crit. Rev. Microbiol.* 26: 111-131.

HARRIS, J.R. 1998. Placental endogenous retrovirus (ERV): Structural, functional and evolutionary significance. *BioEssays* **20**: 307-316.

HOWARD, E. C. et al., 2006. Bacterial Taxa That Limit Sulfur Flux from the Ocean. *Science*, Vol. 314. no. 5799, pp. 649 – 652.

HUGHES, A.L. & FRIEDMAN, R. 2003. Genome-Wide Survey for Genes Horizontally Transferred from Cellular Organisms to Baculoviruses. *Molecular Biology and Evolution* **20** (6): 979-987.

JAMAIN, S., GIRONDOT, M., LEROY, P., CLERGUE, M., QUACH, H., FELLOUS, M. & BOURGERON, T. 2001. Transduction of the human gene FAM8A1 by endogenous retrovirus during primate evolution. *Genomics* **78**: 38-45.

LAMBAIS, M. R. et al., 2006. Bacterial Diversity in Tree Canopies of the Atlantic Forest *Science*, Vol. 312. no. 5782, p. 1917

MARGULIS, L. y SAGAN, D. 1995. What is life?. Simon & Schuster. New York, London.

MARKINE-GORIAYNOFF, N. & al. 2004. Glycosyltransferases encoded by viruses. *Journal of General Virology* **85**: 2741-2754.

MEDSTRAND, P. & MAG, D.L. 1998. Human-Specific Integrations of the HERV-K Endogenous Retrovirus Family. *Journal of Virology* **72** (12): 9782-9787.

MI, S., XINHUA LEE, XIANG-PING LI, GEERTRUIDA M. VELDMAN, HEATHER FINNERTY, LISA RACIE, EDWARD LAVALLIE, XIANG-YANG TANG, PHILIPPE EDOUARD, STEVE HOWES, JAMES C. KEITH & JOHN M. MCCOY 2000. Syncitin is a captive retroviral envelope protein involved in human placental morphogenesis. *Nature* **403**: 785-789.

MLOT, C. 2009. Antibiotics in Nature: Beyond Biological Warfare. *Science*, Vol. **324**. no. 5935, pp. 1637 - 1639

MUIR, A., LEVER, A. & MOFFETT, A. 2004. "Expression and functions of human endogenous retrovirus in the placenta: an update. *Placenta* **25** (A): 16-25.

PEARSON, H. 2006. Antibiotic faces uncertain future. *Nature*, Vol **441**, 18, 260-261.

PRABHAKAR, S. AND VISEL, A. (2008). Human-Specific Gain of Function in a Developmental Enhancer. *Science* Vol. **321**. no. 5894, pp. 1346 - 1350

SANDÍN, M. 2001. Las "sorpresas" del genoma. *Bol. R. Soc. Hist. Nat. (Sec. Biol.)*, 96 (3-4), 345-352.

SEIFARTH, W. et al., 1995. Retrovirus-like particles released from the human breast cancer cell line T47-D display type B- and C- related endogenous viral sequences. *J. Virol.* Vol **69** N° 10.

SEN, CH-H. & STEINER, L.A. 2004. Genome Structure and Thymic Expression of an Endogenous Retrovirus in Zebrafish. *Journal of Virology* **78** (2): 899-911.

SUTTLE, C. A. (2005). Viruses in the sea. *Nature* **437**, 356-361

TER-GRIGOROV, S.V., et al., 1997. A new transmissible AIDS-like disease in mice induced by alloimmune stimuli. *Nature Medicine*, **3** (1): 37-41.

THE GENOME SEQUENCING CONSORTIUM 2001. Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature*.**409**, 860-921.

VENABLES, P. J. 1995. Abundance of an endogenous retroviral envelope protein in placental trophoblast suggests a biological function. *Virology* **211**: 589-592.

VILLARREAL, L. P. (2004). *Viruses and the Evolution of Life*. ASM Press, Washington.

VON STERNBERG, R. (2002). On the Roles of Repetitive DNA Elements in the context of a Unified Genomic-Epigenetic System. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **981**: 154-188.

WAGNER, G. P., AMEMIYA, C. AND RUDDLE, F. (2003). Hox cluster duplications and the opportunity for evolutionary novelties. *PNAS* vol.100 no. **25**, 14603–14606

**WILLIAMSON, K.E., WOMMACK, K.E. AND RADOSEVICH, M. (2003).** Sampling Natural Viral Communities from Soil for Culture-Independent Analyses. *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. **69**, No. 11, p. 6628-6633

WOESE, C. R. (2002). On the evolution of cells. *PNAS* vol. **99** no. 13, 8742-8747.

ZILLIG, W. y ARNOLD, P. 1999. Tras la pista de los virus primordiales. *Mundo Científico*. N° 200.

# THE FIGHT AGAINST BACTERIA AND VIRUS: A SELF-DESTRUCTING WAR

Máximo Sandín

**The permanent war against biological entities that build, regulate and keep life in our Planet is the most serious symptom, of an insane civilization so far removed from reality that it is heading towards its own self destruction.**

The two primary works that constitute the theoretical-philosophical basis of the contemporary occidental way of thinking, of reality, society and life conception, that have been decisive in human relationships, both with each other and with Nature are "The Wealth of Nations" from Adam Smith and Charles Darwin's "On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life". The conception of nature and society as a battlefield in which abstract strengths, natural selection and the market's invisible hand rule "competitors" destiny, has resulted in the degradation of not only human relationships, but also in those that humans hold with nature, with no precedents in our history that is placing humanity on the brink of ruin. The rift between countries which have been colonized and those European countries which have colonized them is increasing, the dozens of permanent wars (which are always a result of shady economic interests), the unstoppable destruction of the sea and earth environment...can only drive Humanity to a dead end.

The great pharmaceutical industry can be considered, taking this destructive process into consideration, a clear exponent of the application of these principles and their disastrous consequences. The human organism and health are seen as a marketplace, a business objective. This factor, alongside the reductionist and competitive view of the natural phenomenon has resulted in a distortion of the function which is, supposedly, proper to it, and that could constitute an additional means of triggering the catastrophe. A dramatically instructive example of the dangers of this conception is the alarming increase of bacteria resistance to antibiotics, that could become a serious threat for worldwide population, leaving it defenseless to infections (Alekshun M. N. y Levy S. B., 2007). The origin of this problem can be found in the aforementioned concepts, illustrated by the abusive antibiotics which are used to fight the slightest of symptoms, as well as their massive use in commercial activities, such as the fattening up of cattle, and their evident commercial profit motive, but overall, by the consideration of bacteria as pathogens, "competitors" that must be eliminated.

This conception could have been justified by the way in which bacteria were discovered, inexistent before. The fact that their scene entrance was due to their pathogenic aspect, linked to the Darwinist conception of nature according to which, competence is the bridge that joins the gap between all its components, branded the microorganisms producers of diseases that, heretofore, had to be eliminated. However, recent discoveries about their real character and their fundamental functions in our planet's life have radically transformed the ancient ideas. Bacteria were fundamental to the appearance of life on Earth, creating a suitable atmosphere for life as it is nowadays known by the photosynthesis process (Margulis y Sagan, 1995). They were also responsible for life itself: cells which compose every organism were formed by different kinds of bacteria fusions from which genetic sequences can be identified in actual organisms (*Gupta, 2000*). Nowadays, they are the main sea, earth and air food chain elements (Howard et al., 2006) and are still essential in life support: *"They purify water, detoxify harmful substances and recycle waste products. They restore carbon dioxide to the air and make the atmosphere's nitrogen available to plants. Without them, continents would be deserts — home to little more than lichen, and not*

*much of that*". (Gewin, 2006), even inside and outside organisms (in humans their number is ten times higher than their component cells). Most of them are still unknown and their total bio-mass has been calculated to be bigger than vegetal earth bio-mass. This data show evidence of their minority pathogenic character, that is actually due to alterations in their natural running caused by some kind of environmental aggression to which they react interchanging what is known as "Pathogenicity islands" ( Brzuszkiewicz et al., 2006), a reaction that, is actually an intensive reproduction to face environmental aggression. In fact, it has been proved that antibiotics are not really antibacterial "weapons" but communication signals that, in natural conditions, are used, among other things, to control their population "What researchers know about antibiotic-producing microbes comes mainly from studying them in high numbers as pure cultures in the lab—artificial conditions compared with the numbers and diversity found in soil". (Mlot, 2009). Despite all that real data it can be proved how pharmaceutical industry keeps searching for "new weapons" to combat bacteria (Pearson, 2006).

Viruses have followed, though somewhat delayed, the same path as bacteria, because of their late discovery due to their small size. Discovered by Stanley in the "tobacco mosaic disease", they were, logically, with a competitive vision of nature, included in the "enemies to eliminate" list. It is obvious that some of them cause diseases, some of them terrible, but, won't the origin of them be due to some process similar to that which actually seems certain in bacteria? Let's see the most recent data concerning that aspect: The estimated number of viruses on Earth is twenty five times higher than bacteria. Their appearance on Earth was simultaneous to bacteria (Woese, 2002) and the part of the eukaryotic cell characteristics not present in bacteria (messenger RNA, lineal chromosomes and the separation of transcription and translation) has been identified to have viral origin (Bell, 2001). The activity of virus in marine and earth environments (Williamson, K. E., Wommack, K. E. y Radosevich, M., 2003; Suttle, C. A., 2005), are, like bacteria's, essential. In the ground, they work as communication elements between bacteria by horizontal genetic transference (Ben Jacob, E., et al, 2005). In the sea they have really noteworthy activities such as these: In the surface of the sea water there are about 10.000 million (average) virus kinds per liter. Their density depends on the richness in water nutrients and in the deepness, but they are still in huge quantities in abyssal waters. Their ecologic role consists of an equilibrium maintenance between the different species that compose marine plankton (and as a consequence, the rest of the food chain's) and the different kinds of bacteria, destroying them when their number is excessive. As virus are lifeless, and they spread passively, when their specific "hosts" are too plentiful, they (virus) are more susceptible to infect them. Thus they avoid bacteria and algae excesses, whose huge reproductive capacity could cause serious ecologic imbalances, managing to cover great marine surfaces. In the same hand, organic material freed after their hosts destruction, provides nutrients enrichment to water. Their biogeochemical role is that, the sulfurous derivates produced by their activity, contribute... to cloud nucleation! In the same hand, virus are controlled by sun light (mostly by ultraviolet rays) which spoil them, and whose intensity depends on the water depth and the surface organic material density, so all the system is self-regulated. (Fuhrman, 1999). Up to the 80% of virus and bacteria genetic sequences are unknown in any animal or vegetal organism. (Villareal, 2004). According to their activity in organisms, the data which are being obtained make them become the life construction essential elements. Besides the eukaryotic cell characteristics absent in bacteria which have been identified as original from virus, it is more significant the fact that the great majority of animal and vegetal genomes are constituted by endogenous virus which are expressed as constitutive part of them (Britten, R.J., 2004) and mobile elements and repeated sequences, both derived from virus, which have been wrongly considered as "dust DNA" thanks to the "scientist contribution" from Richard Dawkins with his pernicious book "The Selfish Gene" (Sandín, M., 2001; Von Sternberg, R., 2002). Within those contributions, the fundamental homeotic



genes, responsible from embryo development, whose disposition in chromosomes as tandem repeated sequences reveals a certain origin in retrotransposons (able to amplify themselves with the genome help), in turn derived from retrovirus (Wagner, G.P. et al., 2003; García-Fernández, J., 2005). One of the most striking functions is the developed by endogenous virus W, whose task consists of the placenta formation, the "syncytio-trophoblast" fusion and the maternal immunosuppression during the pregnancy (Venables et al., 1998; Harris, 1998; Mi et al., 2000; Muir et al., 2004). But the amount, not just of genes but of essential proteins from eukaryotic organisms (specially multi cellular) absent in bacteria and acquired from virus could be endless (Adams y Cory, 1998; Barry y McFadden, 1999; Markine-Goriaynoff et al., 2004; Gabus et al., 2001; Medstrand y Mag, 1998; Jamain et al., 2001), although, occasionally, the same discoverers, following the Darwinist interpretation consider them as "enigmatically emerged" ("randomly") in eukaryotic and acquired from virus (Hughes & Friedman, 2003).

These are accused of kidnapping, sabotage or imitators (Markine-Goriaynoff et al., 2004) without taking into consideration that virus in the free state are completely lifeless, and that it is the cell which uses and activates virus components (Cohen, 2008). Because of this, the accusations used to hear, about virus which mutate to evade the host's defenses, turn out to be ridiculous. Mutations are produced during the integration processes in DNA because viral retrotranscriptase is not able to correct "the errors in copying".

To sum up, and independently from the incapability of comprehending the important functions of virus in the evolution and life processes, encouraged by the reductionist and competitive oppressive conception of the dominant ideas in Biology, data are available in already sequenced genomes. Between 90.000 and 300.000 sequences derived from virus have been identified in the human genome.

The variability of the numbers is due to its dependence on that, complete virus or partial sequences derived from virus are whether considered or not. That is to say, they are inside us too, and they carry out indispensable functions for life. But it is also known that endogenous virus can be activated and malignized due to environmental aggressions (Ter-Grigorov, et al., 1997; Gaunt, Ch. y Tracy, S., 1995).

So, despite of the dominant conception of nature, which seems to be wished to be imposed by those who fight against it, describes a sordid battle field swarming with "competitors" which must be eliminated, reality shows a truly complicate nature in which all its components are interconnected and are essential for life maintenance. These are the natural conditions breaking-offs, many of them caused by this reductionist and competitive vision of life phenomenon, which are leading to turn the unbalanced nature into a certain battle field in which we have everything to lose.

The dangerous advance from bacteria resistance to antibiotics can be considered the most clear evidence from competence and market irruption in nature, but there is another consequence from this attitude that could enlighten a clue for how far it could be reached if this way was followed: From 1992 until 1999, the journalist Edward Hooper followed the AIDS appearance trail up to a laboratory in Stanleyville, El Congo, Belgian by that time, in which a scientist team directed by DR. Hilary Koprowski, produced a vaccine against Polio disease using chimpanzee and macaque kidneys as substrate. The test of the active vaccine took place between 1957 and 1960, through a very common method "in those days": the vaccination of more than one million children in several colonies on the area. Children whose life conditions (and so, health conditions) were not the most suitable. In a debate where the journalist exposed his data, Hooper was publically slated by a scientist commission that rejected outright such relationship, although any vaccine samples could be found. It seems understandable that

scientists do not even want to imagine that possibility. Since then, rigorous studies have been published relating AIDS origin to African markets in which monkey "meat" was currently sold, or, more recently, "delaying" the appearance date until the XIX century by a supposed "molecular clock" based on virus genetic sequences comparison. Neither Hooper nor Koprowsky did know that all mammals contain endogenous virus that are expressed in lymphocytes and that they are responsible for the maternal immunosuppression during the pregnancy. Nowadays, Koprowsky is one of the scientists who owns more patents within his name.

The barriers between species are a natural obstacle to evade the virus jump from one species to another. Some extreme environmental stress conditions are needed for this to happen. All this takes to the inquiring of many concepts amply assumed, that, as professionally away from the medicine field, I just dare to raise with the experts in question means so that it is them who consider their relevance.

If it is considered that the genetic sequences from endogenous virus and their derivatives are involved in embryo development processes (Prabhakar et al., 2008), if they are expressed in all tissues and in many metabolic processes (Sen y Steiner, 2004), immunologic processes (Medstrand y Mag, 1998), Which is the real relationship between viruses and cancer or with "autoimmune" diseases? Are they the cause or the consequence? That is, are there any cancer or arthritis epidemic or are the affected tissues those which emit viral particles instead (Seifarth et al., 1995)?

If we consider that immunity is a natural phenomenon which has its own processes to guaranty the equilibrium with the environment microorganisms (outside and inside the organism), the artificial introduction of attenuated microorganisms (or parts of them) in the circulatory system jumping the first immunity barrier, could not it produce a natural mechanisms distortion including a possible immune system weakening which could favor the later susceptibility to different diseases? And, finally, if we consider that the existence in nature of "recombinant viruses" from two different species is so strange that it is possibly inexistent due to the extremely virus specificity, where do those strange viruses with sequences coming from pig, birds and humans come from? In the hypothetic case that pharmaceutical industry real interests were economic benefits, illness would become a business, but vaccines would be, without any doubt, the best business. In this dissertation it has been shown how far the two main industries, which with pharmaceutical, constitute the markets which "generate" more money in the world: the petroleum and weapon/arms industries. It would be a hard crash for citizens (convinced that they are "under good hands") to find out that the health industry, which apparently intends to look after the health of citizen, it is actually just another sinister money storage machine able to take part in the shady plots of their ranking mates such as, for example, controlling captivating international organizations to smile just on their own interests.

The Nature conception based on the economic and social patterns with random as variation source (opportunities) and competence as changing engine (progress) imposes the necessity of "competitors" (imaginary or created by us) and it is seriously damaging the natural equilibrium which connects all living entities. But Nature has its own rules where everything, including the smallest microorganism and the last molecule, are involved in the maintenance and regulation of life over the Earth and has a wide recovery capacity towards the worst environmental catastrophes. The permanent attack to the essential elements in this regulation, the assault to the "life net", could have consequences that, sorry to say, we will only be able to validate when Nature recovers its equilibrium.

TRANSLATION: Laura Medialdea Marcos

## REFERENCES

- ADAMS, J.M. & CORY, S. 1998. The Bcl-2 protein family: arbiters of cell survival. *Science*, **28**: 1322-1326.
- ALEKSHUN M. N. and LEVY S. B. 2007. Molecular Mechanisms of Antibacterial Multidrug Resistance. *Cell*, doi:10.1016/j.cell.2007.03.004
- BARRY, M. & McFadden, G. 1998. Apoptosis regulators from DNA viruses. *Current Opinion Immunology* **10**: 422-430.
- BELL, P. J. 2001. Viral eukaryogenesis: was the ancestor of the nucleus a complex DNA virus? *Journal of Molecular Evolution* **53**(3): 251-256.
- BEN JACOB, E, AHARONOV, Y. AND ASPIRA, Y. (2005). *Bacteria harnessing complexity*. *Biofilms*.**1**, 239- 263
- BRITTEN, R. J. (2004). Coding sequences of functioning human genes derived entirely from mobile element sequences *PNAS* vol. **101** no. 48, 16825–16830.
- BRZUSZKIEWICZ, E. et al., 2006. How to become a uropathogen: Comparative genomic analysis of extraintestinal pathogenic *Escherichia coli* strains. *PNAS*, vol. **103** no. 34 12879-12884
- COHEN, J. (2008) HIV Gets By With a Lot of Help From Human Host. *Science*, Vol. **319**. no. 5860, pp. 143 - 144
- DAWKINS, R. 1993 : El gen egoísta. Biblioteca Científica Salvat.
- FUHRMAN, J. A. 1999. Marine viruses and their biogeochemical and ecological effects. *Nature*,**399**:541-548.
- GABUS, C., AUXILIEN, S., PECHOUX, C., DORMONT, D., SWIETNICKI, W., MORILLAS, M., SUREWICZ, W., NANDI, P. & DARLIX, J.L. 2001. The prion protein has DNA strand transfer properties similar to retroviral nucleocapsid protein. *Journal of Molecular Biology* **307** (4): 1011-1021.
- GARCIA-FERNÁNDEZ, J. (2005). The genesis and evolution of homeobox gene clusters. *Nature Reviews Genetics* Volume **6**, 881-892.
- GAUNT, Ch. y TRACY, S. 1995. Deficient diet evokes nasty heart virus. *Nature Medicine*, **1** (5): 405-406.
- GEWIN, V. 2006. Genomics: Discovery in the dirt. *Nature* .Published online: 25 January 2006; | doi:10.1038/439384a
- GUPTA, R. S. 2000. The natural evolutionary relationships among prokaryotes. *Crit. Rev. Microbiol.* **26**: 111-131.
- HARRIS, J.R. 1998. Placental endogenous retrovirus (ERV): Structural, functional and evolutionary significance. *BioEssays* **20**: 307-316.
- HOWARD, E. C. et al., 2006. Bacterial Taxa That Limit Sulfur Flux from the Ocean. *Science*, Vol. **314**. no. 5799, pp. 649 – 652.
- HUGHES, A.L. & FRIEDMAN, R. 2003. Genome-Wide Survey for Genes Horizontally Transferred from Cellular Organisms to Baculoviruses. *Molecular Biology and Evolution* **20** (6): 979-987.
- JAMAIN, S., GIRONDOT, M., LEROY, P., CLERGUE, M., QUACH, H., FELLOUS, M. & BOURGERON, T. 2001. Transduction of the human gene FAM8A1 by endogenous retrovirus during primate evolution. *Genomics* **78**: 38-45.
- LAMBAIS, M. R. et al., 2006. Bacterial Diversity in Tree Canopies of the Atlantic Forest *Science*, Vol. **312**. no. 5782, p. 1917
- MARGULIS, L. y SAGAN, D. 1995. What is life?. Simon & Schuster. New York, London.
- MARKINE-GORIAYNOFF, N. & al. 2004. Glycosyltransferases encoded by viruses. *Journal of General Virology* **85**: 2741-2754.
- MEDSTRAND, P. & MAG, D.L. 1998. Human-Specific Integrations of the HERV-K Endogenous Retrovirus Family. *Journal of Virology* **72** (12): 9782-9787.
- MI, S., XINHUA LEE, XIANG-PING LI, GEERTRUIDA M. VELDMAN, HEATHER FINNERTY, LISA RACIE, EDWARD LAVALLIE, XIANG-YANG TANG, PHILIPPE EDOUARD, STEVE HOWES, JAMES C. KEITH & JOHN M. MCCOY 2000. Syncytin is a captive retroviral envelope protein involved in human placental morphogenesis. *Nature* **403**: 785-789.
- MLOT, C. 2009. Antibiotics in Nature: Beyond Biological Warfare. *Science*, Vol. **324**. no. 5935, pp. 1637 - 1639

- MUIR, A., LEVER, A. & MOFFETT, A. 2004. "Expression and functions of human endogenous retrovirus in the placenta: an update. *Placenta* **25** (A): 16-25.
- PEARSON, H. 2006. Antibiotic faces uncertain future. *Nature*, Vol **441**, 18, 260-261.
- PRABHAKAR, S. AND VISEL, A. (2008). Human-Specific Gain of Function in a Developmental Enhancer. *Science* Vol. **321**. no. 5894, pp. 1346 - 1350
- SANDÍN, M. 2001. Las "sorpresas" del genoma. Bol. R. Soc. Hist. Nat. (Sec. Biol.), **96** (3-4), 345-352.
- SEIFARTH, W. et al., 1995. Retrovirus-like particles released from the human breast cancer cell line T47-D display type B- and C- related endogenous viral sequences. *J. Virol.* Vol **69** N° 10.
- SEN, CH-H. & STEINER, L.A. 2004. Genome Structure and Thymic Expression of an Endogenous Retrovirus in Zebrafish. *Journal of Virology* **78** (2): 899-911.
- SUTTLE, C. A. (2005). Viruses in the sea. *Nature* **437**, 356-361
- TER-GRIGOROV, S.V., et al., 1997. A new transmissible AIDS-like disease in mice induced by alloimmune stimuli. *Nature Medicine*, **3** (1): 37-41.
- THE GENOME SEQUENCING CONSORTIUM 2001. Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature*.**409**, 860-921.
- VENABLES, P. J. 1995. Abundance of an endogenous retroviral envelope protein in placental trophoblast suggests a biological function. *Virology* **211**: 589-592.
- VILLARREAL, L. P. (2004). *Viruses and the Evolution of Life*. ASM Press, Washington.
- VON STERNBERG, R. (2002). On the Roles of Repetitive DNA Elements in the context of a Unified Genomic-Epigenetic System. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **981**: 154-188.
- WAGNER, G. P., AMEMIYA, C. AND RUDDLE, F. (2003). Hox cluster duplications and the opportunity for evolutionary novelties. *PNAS* vol.100 no. **25**, 14603-14606
- WILLIAMSON, K.E., WOMMACK, K.E. AND RADOSEVICH, M. (2003). Sampling Natural Viral Communities from Soil for Culture-Independent Analyses. *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. **69**, No. 11, p. 6628-6633
- WOESE, C. R. (2002). On the evolution of cells. *PNAS* vol. **99** no. 13, 8742-8747.
- ZILLIG, W. y ARNOLD, P. 1999. Tras la pista de los virus primordiales. *Mundo Científico*. N° **200**.

## LAMARCK Y LA VENGANZA DEL IMPERIO

Máximo Sandín

Universidad Autónoma de Madrid

*"No escribo para aquellos que examinan rápidamente los libros nuevos, casi siempre con la intención de hallar en ellos sus ideas preconcebidas, sino para los pocos que leen, que meditan profundamente, que aman el estudio de la naturaleza y son capaces de sacrificar incluso sus propios intereses, por el conocimiento de una verdad nueva".*

J. B. Lamarck (1744-1829)

### Historias y cuentos

El evolucionismo de Lamarck descrito en *Philosophie Zoologique* (1809) no tuvo mejor recepción que sus demás teorías. Cuando Lamarck presentó al emperador Napoleón una copia del libro, se vio reducido al llanto por la insultante reticencia de Napoleón a aceptar lo que creía un trabajo sobre meteorología. Lamarck siguió publicando docenas de artículos hasta 1820, pero pasó los últimos once años de su vida ciego y en la indigencia. Fue enterrado en una fosa común y sus huesos fueron exhumados cinco años más tarde para hacer sitio para otros. (Harris, C. L., 1985).

Esta narración, tan escueta como cruel, es sólo una de las variadas formas con que muchos historiadores de la evolución (del darwinismo, para ser más exactos) suelen liquidar las aportaciones de Jean Baptiste de Monet, Caballero de Lamarck a la Biología. Sin embargo, los mismos historiadores adoptan un tono más comprensivo, casi tierno, cuando describen las terribles circunstancias a que tuvo que enfrentarse

Charles Darwin: *"La publicación de "El Origen de las Especies" en 1859 desató un escándalo descomunal en la sociedad británica, y Darwin tuvo que sufrir la humillación de ver su inconfundible rostro barbudo caricaturizado sobre el cuerpo de un mono. Al mismo tiempo, las autoridades eclesiásticas de la Iglesia Anglicana denunciaron que la Teoría de la Evolución constituía la visión más degradante del ser humano jamás concebida, y alguno incluso llegó a compararle con la serpiente del Jardín del Edén, por intentar pervertir a la sociedad británica con sus «ideas perversas»".*

Como es sabido, las ideas revolucionarias siempre han encontrado una dura resistencia por parte de los poderes establecidos. Al parecer, Darwin encontró unas dificultades comparables a las de su antecesor en la difusión de sus ideas. Y el motivo es comprensible. En su *Advertencia* final de *Filosofía Zoológica* Lamarck escribe:

Sin embargo, muchas de las consideraciones nuevas que son expuestas en esta obra, desde su inicio prevendrán desfavorablemente al lector, por el único motivo de que las ideas ya admitidas van a rechazar a las nuevas. Como este poder de las ideas viejas sobre las que aparecen por primera vez favorecen esta prevención, sobre todo cuando interviene un interés menor, resulta que a las dificultades que ya existen para descubrir las verdades nuevas, estudiando la naturaleza, se les añaden las aún mayores de hacerlas aceptar.

El "interés menor" del que habla Lamarck bien pudiera ser éste en su caso: Napoleón tenía una concepción utilitaria del arte y la ciencia como herramientas para completar el destino de Francia mediante los conocimientos prácticos que le ayudasen a unificar su heterogéneo imperio. De hecho, durante su expedición a Egipto fue acompañado de un equipo de científicos bien pagados, pero esto no implica que Napoleón fuera un admirador de la comunidad intelectual. Según sus historiadores, se refería a los intelectuales librepensadores como *"esa banda de imbéciles"*. La dura reacción ante la presentación de la obra de Lamarck tenía, al parecer, unas

connotaciones más concretas. En palabras de Harry Gershenowitz (1980):

Uno de los mayores científicos de la época, Jean Baptiste Lamarck, parece ser la antítesis de todo lo que Napoleón valoraba. Napoleón contemplaba a Lamarck en función de sus componentes tanto científicos como políticos. La herencia política de Lamarck estuvo basada en unas cercanas relaciones con los líderes de la Revolución. /.../ Adicionalmente al choque de personalidades, la teoría evolutiva de Lamarck mediante lento cambio gradual no cuadraba con la percepción de la realidad de Napoleón. Su ascenso al poder había llegado mediante una serie de catástrofes políticas. /.../ El oponente científico y personal de Lamarck, el Barón Georges Cuvier (1769-1832) consiguió el favor de Napoleón que también descubrió que prefería sus habilidades políticas y administrativas. El conservadurismo político de Cuvier le impulsó a ofrecer completa lealtad al imperio despótico rápidamente creciente. Napoleón, para mostrar su aprecio a un leal, recompensó a Cuvier con una serie de cargos universitarios y administrativos.

Esta imputación al poder de la responsabilidad (o, al menos, de la implicación) en el éxito o fracaso de una teoría científica puede parecer una justificación interesada pero no completa de unos hechos que pudieron tener otras explicaciones, entre las que pudiera estar la calidad científica de la obra. Una forma de dilucidar estas cuestiones puede ser recurrir también a la historia para comprender o, al menos tener una idea, de qué factores o contingencias hicieron posible superar las “dificultades” que encontró Darwin.

*La publicación, el 24 de Noviembre de 1894, de “El origen de las especies” (para ser más exactos, “**Sobre el origen de las especies por medio de la selección natural, o el mantenimiento de las razas favorecidas en la lucha por la existencia**”)* provocó *un escándalo el mismo día de su publicación y se convirtió en un Best seller mundial”* (Browne, J. 2007).

Efectivamente, la primera edición de 1250 ejemplares se agotó el día de su publicación, y una segunda de 3000 ejemplares se agotó en una semana. La reacción escandalizada de sectores conservadores ante el “descubrimiento” de la evolución encabezada por el obispo Samuel Wilberforce fue acompañada por las críticas de científicos evolucionistas (denominados “lamarckianos” por entonces), pero también de un sólido apoyo de los científicos más cercanos al poder. Sir Thomas Henry Huxley y Sir Francis Dalton Hooker encabezaron este apoyo fundando el X-Club en el que también figuraban Herbert Spencer, John Tindall y otros prestigiosos científicos, con el objetivo de “*promover el darwinismo y el liberalismo científico*”. Durante una década, controlaron la Royal Society. Huxley fue presidente de la Geological Society, la Ethnological Society, la British Association for the Advancement of Science, la Marine Biological Association y la Royal Society. (Enciclopedia Británica <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/277746/T-H-Huxley/93549/Power-and-Pope-Huxley>) “*Con plazas en 10 Comisiones Reales, deliberando sobre todo, desde las pesquerías a las enfermedades o la vivisección, penetró claramente en los laberínticos corredores del poder*”. El X-club “*fue acusado de ejercer demasiada influencia sobre el ambiente científico de Londres*”.

Estas informaciones no dan la impresión de que Darwin se encontrase precisamente desvalido ante el *stablishment* científico, y mucho menos si tenemos en cuenta que fue convertido en miembro de la Linnean Society, la Geological Society, la Royal Society... Aunque tampoco se puede eximir de su éxito a los poderes políticos y

sociales si se tiene en cuenta que, a diferencia de las miserables condiciones en que murió y fue enterrado Lamarck, Darwin vivió y murió rodeado de fortuna económica y de un gran prestigio social, y a su muerte fue objeto de un funeral de estado en la abadía de Westminster, en la que sólo estaban enterradas cinco personas no pertenecientes a la nobleza.

En cualquier caso, y dados los apoyos que recibió, no hay más remedio que deducir que la calidad científica de su obra tuvo, por fuerza, algún papel que jugar en su éxito. Desde luego, los hallazgos científicos contenidos en ella deberían ser extraordinarios, dado que este éxito se ha prolongado durante 150 años hasta el extremo de que *"El origen de las especies" puede ser considerado justamente el libro científico más importante jamás publicado* (Browne, 2007).

### **Los “errores” de Lamarck...**

*El comportamiento de Napoleón marcó con una tacha la reputación científica de Lamarck que había sido aceptada previamente por su venerable sagacidad.*

(Gershenowitz, 1980). Sin embargo, a pesar de las terribles condiciones en que Lamarck, expulsado de la Sorbona, pasó sus once últimos años de vida, tras su muerte recuperó el reconocimiento científico por su *Filosofía zoológica* y los estudiosos de la evolución se autodenominaban “lamarckianos” (Harris, 1968). Para comprender por qué el libro de Darwin eliminó de una forma tan radical esta obra del panorama científico, puede ser conveniente una somera revisión de los ejes fundamentales de la concepción lamarckiana de la evolución.

Comencemos por contemplar el significado que para Lamarck tenía el estudio de la evolución: *Nadie ignora que toda ciencia debe tener su filosofía (teoría), y que sólo por este camino puede hacer progresos reales. En vano consumirán los naturalistas todo su tiempo en describir nuevas especies /... / porque si la filosofía es olvidada, sus progresos resultarán sin realidad y la obra entera quedará imperfecta.* (pag. 48). Una clara exposición de la necesidad de unos postulados teóricos, unos conceptos unificadores, capaces de aportar, del mismo modo que en las otras ciencias experimentales, coherencia, consistencia a la Biología. Para ello, el método experimental ha de seguir las implacables normas del racionalismo:

Encargado de analizar en el Museo de Historia Natural a los animales que yo llamé sin vértebras, a causa de faltarles la columna vertebral, mis indagaciones sobre infinidad de ellos, así como las observaciones que me ví obligado a realizar en la anatomía comparada, me dieron bien pronto la más alta idea del profundo interés científico que inspira su examen. /.../ El verdadero medio, en efecto, de llegar a conocer bien un objeto, hasta en sus más mínimos detalles, consiste en comenzar por considerarlo en su totalidad, examinando, por de pronto, ya su masa, ya su extensión, ya el conjunto de todas las partes que lo componen; por indagar cual es su naturaleza y origen, cuáles son sus relaciones con los otros objetos conocidos; en una palabra, por considerarlo desde todos los puntos de vista que puedan ilustrarnos sobre las generalidades que le conciernen. (Introducción, pag.19).

Esta búsqueda de generalidades comienza por intentar comprender el fenómeno de la vida: *Como las condiciones necesarias para la existencia de la vida se encuentran ya completas en la organización menos compleja, aunque reducida a su mínima expresión se trataba de saber cómo esta organización a causa de cualquier tipo de cambios había llegado a dar lugar a otras menos simples y a organismos gradualmente mas complicados, como se observa en toda la extensión de la escala animal* (pag. 249).

Para ello es necesaria la existencia de principios morfogenéticos que operen espontáneamente en los organismos:

Hay más: si la Naturaleza no hubiera podido dar a los actos de la organización la facultad de complicarla cada vez más, haciendo acrecer la energía del movimiento de los fluidos, y consecuentemente la del movimiento orgánico, y si no hubiese conservado por las reproducciones todos los progresos de composición en la organización y todos los perfeccionamientos adquiridos, no habría seguramente producido esa multitud infinitamente variada de animales y vegetales tan diferentes los unos de los otros por su estado de organización y por sus facultades. En suma, ella no ha podido crear por de pronto las facultades más eminentes de los animales, pues esas facultades se verifican con la ayuda de sistemas de órganos muy complicados (pag. 197).

Unos principios que son igualmente activos en la respuesta de los organismos ante los cambios en el medio y las nuevas necesidades que éste impone,

Las circunstancias influyen sobre la forma y la organización de los individuos /... / Ciertamente, si se me tomasen estas expresiones al pie de la letra, se me atribuiría un error, porque cualesquiera que puedan ser las circunstancias, no operan directamente sobre la forma y sobre la organización de los animales ninguna modificación. Pero grandes cambios en las circunstancias producen en los animales grandes cambios en sus necesidades y tales cambios en ellas las producen necesariamente en las acciones. Luego si las nuevas necesidades llegan a ser constantes o muy durables, los animales adquieren entonces nuevos hábitos, que son tan durables como las necesidades que los han hecho nacer (pag. 167).

...y una comunicación con el entorno que contribuye a conservar el orden, el equilibrio de la Naturaleza:

La multiplicación de las pequeñas especies de animales es tan considerable, que ellas harían el globo inhabitable para las demás, si la Naturaleza no hubiese opuesto un término a tal multiplicación. Pero como sirven de presa a una multitud de otros animales, y como la duración de su vida es muy limitada, su cantidad se mantiene siempre en justas proporciones para la conservación de sus razas /.../ y ello conserva a su respecto la especie de equilibrio que debe existir (pag. 98).

En definitiva, la generación de formas, aun dependiendo de una tendencia propia de los organismos a su autoorganización, está ligada, asimismo, a la acción de factores externos. Estos factores aparecen como desafíos del entorno, y suponen para Lamarck ocasiones para que los seres vivos manifiesten sus inherentes capacidades adaptativas. Lamarck deja un sendero abierto hacia el encuentro con su querida *Biologie* consolidado sobre los cimientos de un duro trabajo y una mente dotada de una gran perspicacia aunque, al parecer, no lo suficiente como para predecir el futuro que esperaba a su gigantesca aportación al conocimiento:

Publicando estas observaciones, con los resultados que he ido obteniendo, tengo como finalidad invitar a los hombres esclarecidos que aman el estudio de la Naturaleza, a seguirlos, verificarlos y extraer por su cuenta las consecuencias que juzguen pertinentes. /.../ Habré conseguido el objetivo que me propongo si los amantes de las ciencias naturales encuentran en esta obra algunos puntos de vista y algunos principios útiles, si las observaciones que he expuesto en ella se confirman o son aprobadas por los que han tenido ocasión de ocuparse de estos mismos temas, y si las ideas que harán que nazcan, sean las que sean, pueden hacer avanzar nuestros conocimientos o ponernos en camino de llegar a las verdades desconocidas. (Advertencia, Pág. 260)

Los sistemas autoorganizativos, la tendencia de los sistemas complejos a un mayor nivel de organización, la implicación de los *Homeoboxes*, presentes en los organismos desde el Cámbrico, en la generación de novedades morfológicas, la transferencia genética horizontal, la capacidad de respuesta al ambiente de los elementos móviles de los genomas y los fenómenos epigenéticos, los sistemas y redes ecológicas desvelados por las potentes herramientas actuales y por un enorme progreso en la capacidad de



observación, habrían sido la continuación natural, coherente, de las aportaciones de Lamarck en lugar del cúmulo de informaciones e interpretaciones inconexas, incluso contradictorias, que constituyen en la actualidad. Pero el 24 de Noviembre de 1859 el camino se truncó y las aportaciones de Lamarck quedaron en el olvido. Y el olvido es una segunda muerte.

### **...y los aciertos de Darwin**

Los méritos de una obra capaz de sepultar el ingente trabajo del científico más brillante del Siglo de las Luces han de ser, sin duda, imponentes. Veamos, pues, algunos de los conceptos clave del *libro científico más importante jamás publicado*.

En lo que respecta a la concepción del método científico, se podría considerar la aportación más “creativa” de Darwin (1859):

Al principio de mis observaciones me parecía probable que un cuidadoso estudio de los animales domésticos y de las plantas cultivadas ofrecería la mejor probabilidad de aclarar este oscuro problema. Y no anduve equivocado; en éste y en todos los demás casos de perplejidad he encontrado invariablemente que nuestro conocimiento, por imperfecto que sea, de la variación por medio de la domesticidad, daba el mejor y el más seguro norte. Yo osaría expresar mi convicción del alto valor de estos estudios, aunque hayan sido muy comúnmente descuidados por los naturalistas. (Introducción, pag. 15).

Y, efectivamente, este método, descuidado por “los naturalistas”, parece constituir para él los cimientos de su trabajo a juzgar por la profusión con que lo trata en las primeras cuarenta páginas, con especial interés en la cría de palomas, y las repetidas menciones a lo largo de la obra. Y los procesos biológicos responsables del cambio evolutivo se derivan, lógicamente, de las observaciones obtenidas mediante su método experimental:

Cuando vemos que han ocurrido indudablemente variaciones útiles para el hombre, no podemos creer improbable que ocurran en el curso de muchas generaciones sucesivas, otras variaciones útiles de algún modo a cada ser en la batalla grande y compleja de la vida. Y si ocurren, ¿podemos dudar (recordando que nacen muchos más individuos que los que es posible que vivan) que los individuos que tengan alguna ventaja sobre los demás, por pequeña que sea, tendrán la mejores probabilidades de sobrevivir y reproducir su especie? Por otra parte, podemos estar seguros de que cualquier variación en el más pequeño grado perjudicial, sería rígidamente destruida. Esta conservación de las variaciones y diferencias individuales favorables, y la destrucción de aquellas que son nocivas, es lo que he llamado “selección natural” o “supervivencia de los más aptos” (pag. 94).

Pero la que, a juzgar por su arraigo en los textos científicos actuales, parece ser considerada una aportación trascendental es el fundamento científico causal de la **variación: el azar**: *He hablado hasta aquí como si las variaciones, tan comunes y multiformes en los seres orgánicos en estado de domesticidad y no tan comunes en los silvestres, fueran debidas a la casualidad. Innecesario es decir que este término es completamente inexacto y que sólo sirve para reconocer paladinamente nuestra ignorancia de la causa de cada variación particular* (pag. 149). Lo que parece indudable es que su concepción de la Naturaleza no conduce a mirarla con demasiado afecto, aunque esto puede ser explicado por el origen filosófico de su base teórica: *De aquí, que como se producen más individuos de los que es posible que sobrevivan, tiene que haber forzosamente en todos los casos una lucha por la existencia / ... / Es la doctrina de Malthus aplicada con multiplicada fuerza al conjunto de los reinos animal y vegetal; porque en este caso, no hay aumento artificial de alimento y limitación*

*prudente de matrimonios* (pag. 78) . Se podría decir que la idea expresada con más convicción en la obra de Darwin es la extrapolación de las actividades de los ganaderos y agricultores a los fenómenos de la Naturaleza: *He llamado a este principio por el cual se conserva toda variación pequeña, cuando es útil, selección natural para marcar su relación con la facultad de selección del hombre. Pero la expresión usada a menudo por Mr. Herbert Spencer, de que sobreviven los más idóneos es más exacta, y algunas veces igualmente conveniente* (pag. 76). Incluso, cuando en su otra gran obra *La variación de los animales y las plantas bajo la domesticidad* (1868) plantea (sin abandonar el concepto de selección natural) la teoría de la *Pangénesis*, una idea confusamente lamarckiana, según la cual, cada órgano segregaba unas “gémulas” por la que se transmitían a los descendientes los caracteres adquiridos por los progenitores por la influencia del ambiente (lo cual hacía innecesaria la selección como mecanismo adaptativo), seguía convencido de la utilidad del estudio de los animales y plantas domésticos para la comprensión de la Naturaleza: *El Sr. Pouchet ha insistido recientemente (Plurality of Races, traducción al inglés, 1864, p. 83) en que la variación bajo domesticación no arroja luz sobre la modificación natural de las especies. Yo no puedo percibir la fuerza de su argumentación, o para ser más exacto, de sus aseveraciones a ese tenor* (pag. 54). Es más, del mismo modo que no parece encontrar contradictoria la “pangénesis” con la selección natural, tampoco parece encontrar problemas en conciliarlas con toda una variada gama de fenómenos, unos de su propia cosecha, como los efectos del uso y el desuso: *Cuando discute casos especiales pasa M. Mi vart en silencio los efectos del uso y el desuso de las partes, que yo siempre he sostenido ser altamente importantes y que he tratado con mayor extensión que ningún otro escritor* (pag. 237), *la tendencia a variar de la misma manera* (pag. 239), *las modificaciones que no son importantes para el bienestar de la especie ...que se hicieron constantes por la naturaleza del organismo... pero no por la selección natural* (pag. 236)... y otros que le habían llegado “de oídas”; desde el posible origen de la ballena, *En la América del Norte ha visto Hearne al oso negro nadando horas enteras con la boca completamente abierta, atrapando así, casi como una ballena los insectos del agua* (pag. 194) hasta los cambios de posición de los ojos en los pleuronéctidos: *En una ocasión vio Malm a un pez joven mover el ojo inferior sobre una distancia angular de unos 70 grados*. Su resumen final (pag. 560) nos puede dar una idea de la coherencia de su concepción del fenómeno evolutivo, pero sobre todo, de su concepción de la Naturaleza:

Estas leyes, tomadas en un sentido más amplio, son crecimiento con reproducción; variabilidad, resultado de la acción directa e indirecta de las condiciones de vida y del uso y desuso; aumento en una proporción tan alta, que conduce a una lucha por la existencia, y como consecuencia, a la selección natural, la cual trae consigo la divergencia de carácter y la extinción de las formas menos mejoradas. Así, es consecuencia directa de la guerra de la naturaleza, de la escasez y de la muerte, el objeto más elevado que somos capaces de concebir, a saber: la producción de los animales superiores.

### **La fe en la selección “natural”**

*"The publication of the Origin of Species marks the Hegira of Science from the idolatries of special creation to the purer faith of Evolution."*

T. H. Huxley en el Times (1862).

¿Qué es lo que ha quedado en pie entre todo este pintoresco catálogo de aportaciones de Darwin a la comprensión de la evolución? No parece inexacto afirmar que se ha producido una “destilación” de todas ellas hasta obtener la más pura esencia de sus ideas: la selección “natural”. Y si observamos con atención los textos científicos nos

encontramos con que la meticulosa utilización de este concepto está dirigida fundamentalmente a la explicación de las relaciones entre (y dentro de) los distintos organismos. En cuanto a los fenómenos actuales de la vida no parece existir un interés especial en un análisis más profundo de su relación con el proceso evolutivo, ya que dado que se ha producido “al azar” no tiene sentido intentarlo. La integración coherente de estos procesos “selectivos” con los fenómenos de la evolución se solventan con su vaga proyección “con el tiempo”.

En las lúcidas palabras de Miguel Iradier (2009):

No sólo el darwinismo no ha descubierto el concepto de evolución, sino que de hecho lo ha bloqueado expresamente. Esto debería ser contemplado con la mayor atención. Además de ignorar los mecanismos realmente viables de novedad, el cambio y la organización, el darwinismo es la forma mejor camuflada del inmovilismo: la manera más ramplona de relacionar cualquier pasado y futuro a lo que hay: el statu quo presente. Esto lo han entendido de maravilla todos aquellos que necesitaban una justificación expresa para cualquier acto por lo demás injustificable, y se sigue haciendo a gran escala todavía hoy.

Porque... veamos qué condiciones se han de cumplir para que la selección “natural” actúe como administradora de la vida: La primera y fundamental es que las características de cualquier tipo estén, de alguna forma “inscritas” en los organismos (parece obvio que sin esta condición no habría nada que seleccionar). La segunda, que algunas de estas características “innatas” confieran a sus portadores alguna “ventaja” con respecto a los no poseedores de ellas. ¿Y qué significado científico tiene esta “ventaja”? Que los individuos portadores de ellas son “más aptos”, más ajustados o más adecuados para sobrevivir en el duro campo de batalla que es la Naturaleza. La traducción de este fenómeno al lenguaje científico actual la expresa Ernst Mayr (1997) con estas ilustrativas palabras: *Los matemáticos demostraron convincentemente que, incluso mutaciones con ventajas relativamente pequeñas, eran favorecidas por la selección, y sus hallazgos ayudaron a superar varias objeciones a la selección natural.*

A lo que Mayr se refiere es a la “creación” de la Genética de poblaciones, supuesta base empírica del darwinismo actual, y las objeciones que menciona eran las de los más prestigiosos genetistas de principio del siglo XX como de Vries y Bateson que, basados en datos experimentales, negaban la relación de las pequeñas variaciones individuales con la evolución. No me puedo resistir a repetir la narración que Richard Milner, un ferviente darwinista, nos hace de la gestación de la base teórica actual de la Biología en su *Diccionario de la evolución* (1995): R. C. Punnett, discípulo de Bateson, *expuso el problema a su amigo G. H. Hardy, profesor de matemáticas en la Universidad de Cambridge, quien, según se dice, escribió la solución en el puño de la camisa mientras comía. Como la consideró muy elemental, Hardy se negó a presentarla en una publicación que normalmente leerían sus colegas matemáticos, por lo que Punnett la expuso en una revista de biología. Fue la única incursión de Hardy en la genética. La solución obtenida por el profesor Hardy fue que la simple expresión binomial  $(p^2 + 2pq + q^2) = 1$  describe la proporción de cada genotipo en la población, donde  $p$  representa el alelo dominante ( $A$ ),  $q$  el recesivo ( $a$ ) y  $(p + q = 1)$ . Se podrá dudar de que el pasatiempo de G. H. Hardy en el restaurante se pueda considerar una “incursión en la genética”, pero de lo que esta anécdota no deja lugar para la duda es de que en este nacimiento de la base teórica de la Biología actual estuvo implicado cierto “interés” en el mantenimiento de la experimentalmente tambaleante selección “natural” con todo lo que esta implica. Un “interés” que no parece de índole estrictamente científico. Según Michael Rose (1999) *los científicos anglosajones compartían los valores de la clase media de su época sobre la inmoralidad sexual y la pequeña delincuencia y tanto Charles Davenport en Estados Unidos como los británicos Pearson y Fisher (todos**

ellos padres de la Genética de Poblaciones) eran eugenistas. La “disciplina” creada por Sir Francis Galton, planteada en su libro de 1865 “*El genio hereditario*” y sustentada sobre la teoría de su primo y eugenista convencido, Charles Darwin, dio origen a un espacio de integración entre ciencia y poder que condujo a los científicos darwinistas a un intento de “biologización” de la sociedad, dirigido por el “mejor” de los propósitos: eliminar el componente “inadecuado” de la evolución en sus sociedades.

En 1963, Theodosius Dobzhansky, director por entonces de la Sociedad Eugénica Americana, escribe: *Being an anthropologist only by avocation, I may perhaps venture to claim for anthropology more than most anthropologists are claim for themselves. The ultimate function of anthropology is no less than to provide the knowledge requisite for the guidance of human evolution.* La distorsión de la selección “natural” producida por los progresos sociales en las sociedades civilizadas constituía un grave problema, tal como lo había expuesto su maestro en su segunda gran obra: “*The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*” (1871, pag. 190):

A realizar el plan opuesto, e impedir en lo posible la eliminación, se encaminan todos los esfuerzos de las naciones civilizadas; a eso tienden la construcción de asilos para los imbéciles, heridos y enfermos, las leyes sobre la mendicidad y los desvelos y trabajos que nuestros facultativos afrontan para prolongar la vida hasta el último momento. Aquí debemos consignar que la vacuna ha debido preservar también a millares de personas. De esta suerte, los miembros débiles de las naciones civilizadas van propagando su naturaleza, con grave detrimento de la especie humana, como fácilmente comprenderán los que se dedican a la cría de animales domésticos. Es incalculable la prontitud con que las razas domésticas degeneran cuando no se las cuida o se las cuida mal; y a excepción hecha por el hombre, ninguno es tan ignorante que permita sacar crías a sus peores animales”.

Una actitud con graves consecuencias según Ernst Mayr, “el Darwin del Siglo XX” (1976):

En los hombres civilizados esos dos componentes de valor selectivo, superioridad adaptativa y éxito reproductivo no suelen coincidir. Los individuos con una dotación genética por debajo de la media no necesariamente hacen una contribución por debajo de la media al *pool* genético de la siguiente generación. La separación en las sociedades modernas del mero éxito reproductivo de la adaptación genuina plantea un serio problema para el futuro de la Humanidad.

La concepción darwinista de la vida partió de la mezquina justificación de Malthus de las duras condiciones sociales de su época para acabar convirtiéndose en toda una cosmovisión: “*La evolución comprende todos los estadios del desarrollo del universo: cósmico, biológico, humano y cultural. Los intentos de restringir el concepto de evolución a la biología son injustificados. La vida es un producto de la evolución de la naturaleza inorgánica, y el hombre un producto de la evolución de la vida.*”

Dobzhansky, (1967). No resulta extraño el entusiasmo con que esta “explicación científica” de la realidad, cuyo determinismo genético constituía una magnífica justificación del *statu quo*, fue acogida por los grandes magnates mundiales. En el exhaustivamente documentado artículo “*Lisenko. La teoría materialista de la evolución en la URSS*” (2009), Juan Manuel Olarieta nos informa de que Rockefeller puso la ciencia al servicio de la eugenesia y a lo largo del siglo XX articuló su proyecto en cuatro fases sucesivas: la primera es el malthusianismo, control demográfico y planes antinatalistas; la segunda es la eugenesia, la nueva genética, la esterilización y el apartheid; la tercera es la “revolución verde”, los fertilizantes, abonos y pesticidas usados masivamente en la agricultura a partir de 1945; la cuarta son los transgénicos, el control de las semillas y de la agricultura mundial. Esta narración puede parecer

simplificada o tendenciosa, pero si tenemos en cuenta que tanto el término como la práctica de la Biología molecular fueron acuñados por Warren Weaver durante su etapa de director de la División de Ciencias Naturales del Instituto Rockefeller, que la paternidad de la “ingeniería” genética pertenece a Rollin D. Hotchkiss de la Rockefeller University, que la ambiental y socialmente desastrosa “Revolución verde” surgió de la Fundación Rockefeller; que esa misma universidad está tras el nacimiento de los “organismos modificados genéticamente”, que esa misma fundación promueve la campaña para la implantación de los cultivos transgénicos en los países del Tercer Mundo y que “La segunda revolución contraceptiva” basada en el uso de vacunas como anticonceptivos tuvo su origen, en 1978, en la Rockefeller University, no es necesario estar dotado de una mente muy perspicaz para sospechar que alguna relación tiene el imperio Rockefeller con los proyectos que nos desvela Olarrieta. También nos informa de que John Krige, en su libro *“La hegemonía americana y la reconstrucción de la ciencia en la Europa de la posguerra”* (2006) nos ilustra sobre el proceso de control de la ciencia:

La ciencia de la posguerra formó parte del Plan Marshall, de modo que unos científicos cobraban en dólares mientras otros apenas podían sobrevivir. Por ejemplo, el CERN (Centro Europeo de Investigación Nuclear) fue un proyecto estadounidense destinado a evitar que los investigadores europeos resultaran atraídos por la URSS, como había sucedido en 1929. /.../ En 1948, con dinero de Rockefeller, compran unos solares cerca de París, levantan los edificios, instalan los laboratorios y también aportan su equipo de científicos incondicionales, formados en California junto a Morgan y sus moscas. /.../ Rockefeller movía los hilos de la ciencia en Europa. Además de mercancías, Europa importaba la ideología de Estados Unidos, caracterizada por el reduccionismo y el mecanicismo más groseros, que se realimentaban con su propio éxito.

La muerte científica de Lamarck no fue una muerte natural. Su hermosa concepción de la Naturaleza como algo vivo, y de la vida como un proceso por el que los organismos y el ambiente se construyen mutuamente chocaba contra el determinismo, contra la extrapolación ideológica cuya pretensión era justificar lo injustificable. La reducción de la vida a procesos moleculares mecánicos y del hombre a “secuencias de genes definidores” con la pretensión de cambiarlos a voluntad tampoco tuvieron un nacimiento natural. Y el azar exculpatorio no pone límites a los intentos más descabellados de dominar a la Naturaleza de los que se consideran dotados por la “Ley cósmica de la evolución” para dirigir los destinos del Mundo. El Imperio mató a Lamarck, y al mismo tiempo mató a la Biología.

## **Bibliografía**

- BROWNE, J. (2007). "El origen de las especies" Debate.
- DARWIN, Ch.R. (1859): "*On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*". Versión española: "*El Origen de las Especies*". Akal, 1998.
- DARWIN, Ch.R. (1871). "*The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*". Versión española: "*El Origen del Hombre*". Ediciones Petronio. Barcelona. 1973.
- DARWIN, Ch. R. (1868): "*The variation of animals and plants under domestication*". London: John Murray ed. Versión española: "*La variación de los animales y las plantas bajo domesticación*". CATARATA/CSIC/UNAM/AMC, 2008.
- DOBZHANSKY T. (1963). Anthropology and the natural sciences, the problem of human evolution. *Curr Anthropol.* 4:146-148.
- DOBZHANSKY T. (1967). "Changing Man", *Science*, Vol. 155, 27 de Enero de 1967.
- GERSHENOWITZ, H. (1980). Napoleon and Lamarck. *Indian Journal of History of Science*, 15 (2); 204-209.
- HARRIS, C.L. (1985): "Evolución. Génesis y revelaciones". Hermann Blume. Madrid.
- IRADIER, M. (2009). "El círculo de Petesburgo" Ed. Hurqualya.
- KRIGE, J. (2006). "American hegemony and the postwar reconstruction of science in Europe". MIT Press.
- LAMARCK, J.B. de M. (1809): "*Filosofía Zoológica*". (Traducción al español). Editorial Alta Fulla. 1986.
- MAYR, E. (1976). "Evolution and the diversity of life". Belknap Press
- MILNER, R. (1995). "Diccionario de la evolución". Bibliograf, Barcelona
- OLARRIETA, J. M. (2009). "Lisenko. La teoría materialista de la evolución en la URSS" Nómadas, Theoria UCM. Universidad Complutense de Madrid.
- ROSE, M.R. (1999): "*Darwin's Spectre. Evolutionary Biology in the Modern World*". Princeton University Press.

## De *Ayllukuna* a la Teoría de Sistemas: Cuidando la Madre Naturaleza

Máximo Sandín

*Se ha dicho a veces, como lo ha hecho observar Macnamara, que el hombre puede soportar impunemente las diferencias más grandes de clima y otros cambios distintos; mas esto es sólo cierto para los pueblos civilizados. El hombre en el estado salvaje parece, bajo este respecto, casi tan susceptible como sus más cercanos vecinos, los monos antropoides, que nunca viven mucho si se les saca de su país natal.*

Charles Darwin. "El origen del Hombre". (Pag.268).

La atribución de la condición de "inferiores" a personas o pueblos sojuzgados ha existido a lo largo de la historia de la Humanidad desde el surgimiento de las relaciones de dominación como consecuencia del nacimiento de las culturas sedentarias y militarizadas. Parece que una coartada muy utilizada para justificar la explotación y la opresión ha sido la "bestialización" de las víctimas. Un vergonzoso ejemplo de esta actitud lo representa el conocido como "La junta de Valladolid", en 1550, en la que tuvo lugar un acalorado debate sobre si los indígenas americanos eran o no seres inferiores y que terminó sin una resolución final.

*Pero la elevación de esta aberración a la categoría de ciencia tuvo lugar con la implantación del darwinismo como descripción científica de la realidad. En su segunda "gran obra" El origen del Hombre, Charles Darwin incorpora todos los más sórdidos prejuicios de la clase social a la que pertenecía a la naturaleza humana, justificando las diferencias sociales o culturales como un resultado de su gran "hallazgo científico": la selección "natural". El arraigo de estas ideas se pone de manifiesto en los textos sobre evolución humana de los científicos darwinistas. Las "sustituciones" (extinciones) de unos "homínidos" por otros en función de una supuesta superioridad se justifica, a veces, mediante los argumentos más rocamboleros: *Los neandertales, macizos y bien musculados, probablemente tenían unos dedos demasiado gruesos para hacer uso efectivo de tecnología avanzada de la Edad de Piedra o para realizar tareas de destreza como grabar. /.../ Esto da peso a la idea de que los humanos modernos recientes sustituyeron a los neandertales por su superior uso del mismo tipo de herramientas. /.../ Así, aunque los neandertales pudieron probablemente fabricar y usar herramientas complejas, no pudieron hacerlo muy a menudo o muy cuidadosamente, (?) y no fueron capaces de tareas mas sofisticadas como grabar o pintar, que fueron desarrolladas por los humanos modernos.* (Clarke, 2001).*

Esta concepción se ha extendido por el imaginario colectivo bien nutrida por las "investigaciones" que, desde el Siglo XIX, nos han aportado los científicos que acompañaron a la expansión colonial europea, que han mostrado a los pueblos "primitivos", especialmente a los de cultura cazadora-recolectora, como poco menos que mendigos desarraigados y brutales buscando permanentemente algo que comer. Y en muchos casos, las pruebas de sus aseveraciones las han fabricado ellos mismos. El contacto de los hombres "civilizados" con pueblos "salvajes" ha tenido siempre consecuencias desastrosas para los segundos. Incluso en situaciones no dirigidas por el ánimo de conquista, el descubrimiento de las tecnologías occidentales y del poder que les conferían y el deslumbramiento por los "regalos", en el mejor de los casos baratijas y en el peor, armas o bebidas alcohólicas, han convertido a muchos grupos humanos en poblaciones desculturizadas, dependientes y con escasa autoestima.

Un caso especialmente informativo sobre las consecuencias de de esta actitud lo representa el

plasmado en el libro “El saqueo de El dorado” de Patrick Tierney. En el año 68, el prestigioso antropólogo Napoleón Chagnon de la Universidad de Michigan publicó su obra “El pueblo fiero” en el que descubría para el mundo civilizado a los Yanomami, el “último pueblo virgen” habitante de las remotas junglas amazónicas de Venezuela y Brasil. La imagen que transmitió, y que quedó durante muchos años en los libros de texto y en el imaginario colectivo era la de un pueblo viviendo permanentemente en medio de una gran competitividad sexual y guerrera, “confirmando” las concepciones darwinistas sobre los pueblos “primitivos”. En los años 90, Patrick Tierney, un discípulo y admirador de Chagnon, se acercó en persona al territorio que estudió Chagnon. Las entrevistas a testigos presenciales, las pruebas documentales y testimonios de autoridades civiles y militares de la zona y miembros de ONGs y personal sanitario pusieron de manifiesto que Chagnon elaboró fotografías y filmaciones en las que situaba a los guerreros decorados con sus pinturas de guerra en actitudes agresivas, o a madres azuzando a sus pequeños a la pelea, pero eso no fue todo: la distribución de regalos como utensilios metálicos de distinto tipo, repartidos de una forma premeditadamente desigual, provocó envidias y desencadenamiento de violencia real, antes inexistente. Por si fuera poco, las enfermedades contagiosas portadas por los acompañantes de Chagnon provocaron una terrible mortandad entre los Yanomami (Tierney, 2002).

Sería absurdo pretender aplicar a todos los pueblos que han mantenido sus culturas ancestrales la categoría general del “buen salvaje” que tanto interés tenía Chagnon en destruir. Precisamente por su condición de seres humanos difícilmente pueden estar libres de algunos de los defectos que nos son propios. Pero más estúpido aún es considerarlos como seres limitados intelectualmente por la inocencia con la que frecuentemente se han mostrado ante las artimañas y las maldades, inconcebibles para ellos, de los invasores “civilizados”. Porque su sabiduría (que no es lo mismo que información o tecnología) es de un tipo muy diferente a lo que se valora en la “civilización” occidental. Sus culturas, fruto de milenios de interacción, de comprensión entre sí y con el medio natural, han construido cosmovisiones de extraordinaria belleza, pero sobre todo de inteligente comunicación e integración con el entorno en el que se han desarrollado. Una comprensión y una actitud ante el fenómeno de la vida que habría hecho posible la convivencia de la Humanidad en armonía con el ambiente por tiempo indefinido.

Pero esta sabiduría no se detiene en aspectos que pudiéramos denominar filosóficos. Los componentes prácticos de sus conocimientos ancestrales han mostrado una gran eficiencia para una forma de vida en equilibrio con una Naturaleza a la que nunca han considerado una “enemiga”. Unos conocimientos que no se basan, como en nuestra cultura, en “descubrimientos” de sabios, de personajes providenciales, sino que son el resultado común de conocimientos obtenidos y compartidos por toda la comunidad. Sería largo de documentar, por ejemplo, el arsenal de aplicaciones de plantas medicinales conocido desde tiempos inmemoriales por todos los pueblos del Mundo que constituyen la base de muchos medicamentos, depredados por la industria farmacéutica mediante la “biopiratería” y que son (mal)utilizados por la medicina “científica” en forma de “principios activos”, pero lo que me gustaría resaltar aquí son unas concepciones o descripciones de la realidad que resultan sorprendentes por lo que tienen de una comprensión de fenómenos a la que, con grandes dificultades y cierta confusión por la limitación que impone la interpretación mecanicista, reduccionista e individualista de la visión científica dominante, se está llegando en la actualidad.

Es difícil tener la certeza de que las narraciones que han llegado hasta nosotros, los “occidentales” (supongo que esta denominación dependerá del lugar geográfico desde el que se mire), no hayan podido ser desvirtuadas o adornadas con conocimientos actuales, pero el hecho de que los conocimientos a que me voy a referir son extremadamente recientes, especializados y poco menos que marginales o “heterodoxos”, junto con las coincidencias muy llamativas en grupos muy alejados étnica y geográficamente, permite concederles una razonable credibilidad. Este párrafo ridículamente prepotente tiene por objeto subrayar mi condición de científico racionalista que, según la concepción “oficial”, no debe dejarse subyugar por “supersticiones” o narraciones románticas no obtenidas “empíricamente” mediante el método experimental, aunque me reconozco



completamente subyugado.

Un repaso general a los retazos de sabidurías ancestrales que han sobrevivido a duras penas al etnocidio sistemático (y, en muchos casos, premeditado y planificado) del colonialismo europeo (en África, Asia, Australia...), resultaría muy enriquecedor por las deslumbrantes bellezas de cosmovisiones con muchos puntos de contacto entre sí que han de tener, por fuerza, orígenes muy remotos. Pero en este caso nos limitaremos a una aproximación forzosamente superficial y posiblemente simplificada a conceptos nacidos en culturas indígenas de Latinoamérica. Una concepción de la realidad que, a lo largo de milenios de contacto y comprensión de su medio natural ha surgido de su vida misma, de una observación constante de la marcha de la vida y del conocimiento de sus leyes que se han incorporado como guías para la organización colectiva de sus grupos.

Las “filosofías” de estos pueblos han sido, como ya hemos dicho, elaboradas y compartidas, a lo largo del tiempo por toda la comunidad. Lo que resulta difícil de comprender desde una mentalidad “occidental” es cómo han llegado a esos conocimientos. En qué datos “empíricos” se han basado, porque a lo que han llegado es a una concepción “cuántica” de la realidad.

Desde el punto de vista de la mecánica cuántica, la realidad contiene tanto al observador como a lo observado (el observador no mira “desde fuera”). Es como si el observador “creara” lo observado y, al mismo tiempo, estuviera dentro. Por sorprendente que pueda parecer, los conocimientos de la mecánica cuántica convierten los fundamentos de la realidad, de los objetos físicos que nos rodean en algo que no es material ni inmaterial, que es lo que se conoce como función cuántica o campo cuántico. El electrón que forma los átomos que nos componen es partícula u onda de forma complementaria, es decir, la unidad es en realidad la interacción de dos entidades complementarias. La realidad física está constituida por interacciones entre distintos componentes de este tipo que se organizan en distintos niveles cuánticos de complejidad, desde los átomos hasta el Universo.

En un nivel que podríamos considerar intermedio de estos “saltos” cuánticos de complejidad se encuentra la organización de la vida en la Tierra. Los seres vivos están constituidos por átomos, que se organizan en moléculas, estas en células que, en sucesivos niveles de complejidad, se organizan en órganos y tejidos, organismos, especies y ecosistemas que a su vez conforman el gran ecosistema o “macroorganismo” que constituye nuestro Planeta, parte de otro sistema de nivel superior...

La vida sólo puede existir gracias a una intrincada red de relaciones e interconexiones entre todos y cada uno de sus componentes. Una red que, según los descubrimientos científicos más recientes, muestra una complejidad difícil de concebir hasta hace muy poco tiempo por la ciencia convencional. La vida se organizó en la Tierra a partir de la integración de bacterias y virus para formar las células que forman los seres vivos (Margulis y Sagan, 1995; Sandín, 1997; Gupta, 2000; Bell, 2001). Los organismos de los seres vivos son (somos), de hecho, comunidades organizadas de bacterias reguladas mediante la información genética procedente de virus que se han convertido en endógenos (insertados en los genomas) (Sandín, 1997; Villarreal, 2004), pero además todos los seres vivos contienen cifras astronómicas de bacterias y sus virus asociados (fagos) en su interior (Qin et al., 2010), colaborando a funciones como elaboración de vitaminas y aminoácidos que los organismos no pueden producir y en mantener el equilibrio con los existentes en el exterior, entre ellos los que están en la piel, en forma de complejos ecosistemas, también en equilibrio con el entorno (Grice et al., 2009). Un entorno natural y físico en el que las bacterias y virus siguen siendo los componentes mayoritarios, componiendo una biomasa superior a la del mundo animal y vegetal con cifras que se van ampliando a medida que progresan los métodos de obtención de datos (Fuhrman, 1999; Suttle, C. A., 2005; Gewin, 2006; Howard et al., 2006; Lambais et al., 2006; Williamson et al., 2006; Goldenfeld y Woese, 2007; Sandín, 2009) y que constituyen la base de la pirámide trófica marina y terrestre, purifican el agua, reciclan los productos de deshecho y las sustancias tóxicas, hacen el Nitrógeno de la atmósfera disponible para las plantas, comunican

información mediante la “transferencia genética horizontal”... incluso, los derivados de azufre producidos por la actividad de los virus marinos contribuyen a la nucleación de las nubes. Los “microorganismos” conectan el mundo orgánico con el inorgánico, y cada uno de nosotros somos como un ecosistema dentro de otros ecosistemas conectados por una “red de la vida” dentro del gran organismo, realmente vivo, que nos acoge.

Todos estos conocimientos no han sido integrados en el “cuerpo teórico” de la concepción dominante de los fenómenos de la vida, sencillamente, porque no se pueden integrar. Porque chocan frontalmente con la visión mecanicista, reduccionista, competitiva e intelectualmente ramplona del darwinismo. Pero ya eran comprendidos, al menos en su significado, por muchos pueblos “primitivos”. Un aspecto común a los pobladores de las selvas es algo considerado por los visitantes “civilizados” como ingenuo o “supersticioso”: no tienen una distinción clara entre el mundo físico y el mundo espiritual o mágico. Posiblemente el uso ritual de sustancias “psicotrópicas” haya sido para ellos una forma de acceso al conocimiento que se escapa a la mentalidad (y posiblemente a las capacidades) de los “occidentales”, pero lo cierto es que les ha llevado a una comprensión de la realidad y a un elaborado conocimiento de sus medios, de las plantas medicinales alimenticias o tóxicas. De los animales, a los que consideran sus hermanos y dotados de espíritu, y cuyas relaciones de parentesco no están basadas en nuestras agrupaciones “filogenéticas”, sino en los hábitats que comparten, en los que viven y se relacionan. Para ellos, que la conocen, la selva no es la “jungla de dientes y garras tintos en sangre” de los ignorantes europeos. La selva es su comfortable casa, y los ríos y los árboles parte de su vida.

Pero lo verdaderamente admirable es la concepción, también común a diversos pueblos indígenas, de su integración en el Universo regida por sus mismas leyes, movimientos y cambios como una integridad. Como microcosmos organizados e inmersos en el gran macrocosmos cuya energía organiza todo lo existente y dentro de él y lo que nos acoge, la *Pacha Mama*, es la sagrada Madre Tierra. Por eso, la relación con lo que haya en ella ha de ser de armonía y reciprocidad. La concepción colectiva de las relaciones humanas deriva de lo que se observa en la Naturaleza. Todos sus elementos están ordenados en una organización colectiva donde cada cosa tiene su lugar, donde las plantas y animales forman colectivos según sus territorios. Estas colectividades han inspirado las organizaciones sociales, *Ayllukuna* para los Quechua y Aymara, como configuración de las leyes que rigen el cosmos y la Madre Tierra.

En estas culturas se puede encontrar también la más bella (y “cuántica”) expresión de la concepción de la realidad y del ser humano. Para ellos, la unidad es la pareja. Igual que los elementos del cosmos la unidad está organizada en una relación de parejas complementarias. *Wiraqucha*, la energía universal, tiene una categoría dual de “Padre/Madre”, es el ser sagrado primigenio y principal y no puede ser puramente masculino o puramente femenino. El sol es la pareja complementaria con la luna, el “mundo de arriba”, el *Hanaq Pacha*, es masculino y es complementario con la *Pacha Mama*, la Madre Tierra. Y así, el concepto de matrimonio se expresa con el término *Yananchakuy*, “hacerse entre sí”, entre sexos opuestos, un encuentro complementario, en igualdad de condiciones.

De estas cosmovisiones surgen conceptos que chocan con la mentalidad occidental: la igualdad en la diferencia y la unidad en la diversidad, pero especialmente el concepto sagrado de la Naturaleza no en el sentido religioso de nuestra cultura, sino entendido como merecedor de respeto. Todos los seres vivos, sean animales o plantas, tienen un espíritu que hay que respetar para no interferir en el funcionamiento del organismo que es la Madre Naturaleza (Nuñez, 1992).

Cuando James Lovelock planteó la “Hipótesis Gaia” en la que describía la Tierra como un organismo vivo con capacidad de “autorregulación” y fue forzado a retractarse debido a los ataques de las “autoridades científicas” e incluso a su misma condición de darwinista, que le llevó a admitir que el término “organismo” era simplemente metafórico, seguramente no tenía conciencia de que las culturas “primitivas” sabían hace mucho tiempo que nuestra Madre Tierra está viva. Pero esta hermosa e inteligente cosmovisión ha sido arrollada por la zafia concepción de la competencia, la

dominación y la destrucción que ha causado una grave enfermedad a la *Pacha Mama*. Sería bueno que los “hombres civilizados” volviéramos los ojos hacia los “pueblos sabios” para agradecerles su legado. Incluso, para pedirles consejo.

## **Bibliografía**

BELL, P. J. 2001. Viral eukaryogenesis: was the ancestor of the nucleus a complex DNA virus? *Journal of Molecular Evolution* **53**(3): 251-256.

CHAGNON, N. (1968). Yanomamö: The *Fierce People*. Holt, Rinehart & Winston.

CLARKE, T. 2001. Early modern humans won hand over fist. Nature Science update. 6 Feb.

DARWIN, Ch. R., 1871. The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex. Versión española: El Origen del Hombre. Ediciones Petronio. Barcelona. 1973.

FUHRMAN, J. A. 1999. Marine viruses and their biogeochemical and ecological effects. *Nature*, **399**:541-548.

GEWIN, V. 2006. Genomics: Discovery in the dirt. *Nature* .Published online: 25 January 2006; | doi:10.1038/439384a

GOLDENFELD, N. and WOESE, C. (2007). Biology's next revolution. *Nature* **445**, 369.

GRICE, E. A. et al. (2009) Topographical and Temporal Diversity of the Human Skin Microbiome. *Science*, **324**, 5931, 1190 - 1192

GUPTA, R. S. 2000. The natural evolutionary relationships among prokaryotes. *Crit. Rev. Microbiol.* **26**: 111-131.

**HOWARD, E. C. et al., 2006.** Bacterial Taxa That Limit Sulfur Flux from the Ocean. *Science*, Vol. 314. no. 5799, pp. 649 – 652.

**LAMBAIS, M. R. et al., 2006.** Bacterial Diversity in Tree Canopies of the Atlantic Forest *Science*, Vol. 312. no. 5782, p. 1917

MARGULIS, L. y SAGAN, D. 1995. What is life?. Simon & Schuster. New York, London.

NUÑEZ SÁNCHEZ, J. (Ed.) (1992): Culturas y pueblos indígenas. Editora Nacional. Quito.

SANDÍN, M. (1997). Teoría sintética: Crisis y revolución. ARBOR , N.º **623-624**. Tomo CLVIII.

SANDÍN, M. (2009). En busca de la Biología. Reflexiones sobre la evolución. Asclepio, **LXI**, 2.

SUTTLE, C. A. (2005). Viruses in the sea. *Nature* **437**, 356-361

**TIERNEY, P. (2002).** El saqueo de El Dorado. Grijalbo.

QIN, J. et al. (2010). A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing. *Nature* **464**, 59-65

VILLARREAL, L. P. (2004). *Viruses and the Evolution of Life*. ASM Press, Washington.

**WILLIAMSON, K.E., WOMMACK, K.E. AND RADOSEVICH, M. (2003).** Sampling Natural Viral Communities from Soil for Culture-Independent Analyses. *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 69, No. **11**, p. 6628-6633

WOESE, C. R. (2002). On the evolution of cells. *PNAS* vol. 99 no. **13**, 8742-8747.

## . CARTA A NEREIDA

At 12:25 28/01/2008, Máximo Sandín <maximo.sandin@uam.es> wrote:

Hola Nere. Este comienzo parece uno más de los (incontables) mensajes que hemos intercambiado este curso sobre los omnipresentes virus o las obsesiones de los darwinistas con su dichoso egoísmo y su competencia, pero me parece que va a ser más largo y algo diferente de lo habitual, porque es una especie de mensaje de despedida. Te escribo para pedirte disculpas. Creo que os he metido (a ti y posiblemente a algunos colegas más) en un problema.

En tu último y, como siempre, inteligente mensaje me comentabas que habías leído un artículo sobre la malaria en el que “el biólogo de turno decía que el mosquito era un asesino listo y elegante (aquí censuro tu exabrupto porque resulta poco adecuado para una científica) ¡qué culpa tendrá la hembra de mosquito que pica en el culo (esto lo dejo por respetar la cita) a alguien! Luego, es gracioso, porque ponen verde al plasmodium, al mosquito... y sacan fotos de las condiciones en que viven las buenas gentes de allí, pero no mencionan nada de eso QUE ES LA CAUSA FUNDAMENTAL. Se ha roto el equilibrio, pero ¡bah! ¡qué más da eso!”

A esto me quería referir con vuestro problema: al “biólogo de turno”. ¿Dónde podrás trabajar? ¿Dónde te dejarán investigar si vas con estas ideas raras en la cabeza? Supongo que recordarás la cara de tonto que se me quedó cuando dije entusiasmado en clase que iba a participar en un curso para profesores de instituto en el que les iba a contar lo de la función de los virus en la evolución y uno de tus colegas listos (creo que fue Miguel) dijo: “si lo entienden y sus alumnos lo dicen en selectividad, les suspenderán”. Tuve que comenzar la clase diciendo: “Esto que os voy a enseñar son datos, pero no para que lo contéis en clase, sólo por si os interesa como científicos”. Les interesó, pero sobre todo, porque aproveché que hubo un problema con el ordenador y, mientras lo solucionaban leí unas cuantas frases de “El origen de las especies” y “El origen del hombre”. ¡Qué respingos daban en las sillas!

Aquí está el problema. La raíz del problema. Cómo nos han formado a los biólogos, Las historias que nos han contado (los cuentos de León Felipe). Darwin “descubrió” la evolución durante su viaje como naturalista del Beagle. Antes de él no se sabía nada de evolución (bueno, un francés un poco tonto que decía lo del cuello de la jirafa), por eso, todo lo que trate sobre evolución se basa en las ideas de Darwin, que fue quien “la descubrió”. Eso es lo que dicen los sabios en sus libros. También nos cuentan que el darwinismo social fue un invento de Herbert Spencer. Una “distorsión” de las ideas de Darwin, en quien se basó (mira la Wikipedia, que es lo primero que sale en internet cuando buscas cualquier tema científico y es “muy cuidadosa” con la ortodoxia). Y nos cuentan que, una vez, Darwin se apenó porque vio cómo pegaban a un negro. Pero las ideas científicas no se basan en anécdotas (en cuentos), sino en lo que el autor expresa en sus libros, meditados, revisados. Y en los libros de Darwin (¿te acuerdas de las caras de los colegas cuando los leía en clase?) queda muy claro en quién se basó para aplicar a la Naturaleza sus grandes descubrimientos: la selección natural, la lucha por la vida y la supervivencia del más apto (del “más adecuado”, para ser exactos). Y en “El origen del hombre” deja muy claro cual es su opinión “científica” sobre las mujeres, los negros (los “pueblos salvajes”, en general), los obreros y los pobres (lo que él llamaba “las clases entregadas a la destemplanza, el libertinaje y el crimen”), y cuál era la solución a los problemas sociales (será mejor no hablar aquí de la base científica de las ideas de Hitler, pero también quedan muy claras en su famoso libro. Es interesante leer libros ¿no crees? Incluso los malos).

Nos han contado muchos cuentos Nere. Y nos han ocultado muchas historias. Por eso no quieren que leamos directamente a su maestro y quieren que sólo leamos lo que ellos nos cuentan de él. Nos han ocultado, premeditadamente, los muchos estudios científicos, serios

y rigurosos (y muy bien encaminados) que había antes “del advenimiento de la Verdad” (eso dicen). Nos han ocultado las muchas críticas inteligentes de científicos de su época, conocedores de la evolución, a la simplificación de algo que ya se sabía que era mucho más complejo. Nos han contado que la “Ley” de Hardy-Weinberg fue un “descubrimiento”, cuando lo que fue es, simplemente, una suposición (de un físico y un matemático) basada en unas premisas tremendamente simplistas que se sabían falsas desde el principio (pero claro, esa es la hipótesis nula ¡y tan nula!). Y ahora, que se han hecho descubrimientos que tiran por tierra (todavía más) las suposiciones en que se basa **toda** la base teórica de la Biología, y como consecuencia, **todos** los conceptos e interpretaciones derivados de ella (toda una visión de la naturaleza), los jerifaltes de la Biología se encrespan cuando a algún espíritu inocente se le ocurre decir que si la base es errónea, lo razonable es intentar elaborar otra basada en los nuevos datos. ¿No te parece una actitud que es mas propia de una secta (Margulis lo ha dicho) que de verdaderos científicos? Mira cómo comienza Ayala, uno de los “sumos sacerdotes” del darwinismo, un artículo publicado hace sólo unos meses en PNAS: “La gran contribución de Darwin a la ciencia es que completó la Revolución Copernicana al llevar a la biología la noción de la naturaleza como un sistema de materia en movimiento gobernada por leyes naturales”. Vamos, hasta que no llegó “Él”, todo era oscuridad.

Sí, parece un comportamiento de secta. Me recuerda lo que leí hace tiempo sobre los adventistas (no estoy seguro de si lo conté en clase). Los líderes anunciaban un día para el “advenimiento”, y los fieles se preparaban (creo que vestidos de blanco) ese día en el punto anunciado. Naturalmente, no se producía y los líderes decían que habían calculado mal el día. Algunos fieles se mosqueaban y se salían de la secta, pero los que quedaban seguían más fieles aún y, al parecer, el absurdo se produjo varias veces y siguieron aguantando. Igual que los Darwinistas. Impasibles ante los descubrimientos.

¿No crees que esta puede ser la explicación del “filón” que han encontrado con los creacionistas? En el fondo es un debate entre sectas, porque los científicos no discuten sobre creencias (qué patético Dawkins. No sé si lo hace porque está obsesionado con Dios, una obsesión muy anglosajona, o para evitar discutir sobre su “ADN egoísta”, ¡ja!, como tú dices, con científicos). Recuerda lo que os dije en clase. Cuando un científico dice que una cosa es tan difícil de explicar o es tan compleja que la ha tenido que hacer un ser sobrenatural, ya no es científico, es un creyente, que puede ser respetable (en unos casos más que en otros), pero eso no tiene nada que ver con la ciencia. Un científico tiene que llegar, honestamente, hasta donde le lleven los datos disponibles, y si llega un momento en que no puede explicar más, lo que tiene que hacer es decir que ha llegado hasta allí y ahora a esperar que nuevos datos (como siempre en ciencia) permitan encontrar más explicaciones. Lo que es absurdo es pretender explicar todo con elucubraciones simples e inventadas (sin base experimental), que es lo que hacen los de “la secta”. Y así les va con los creacionistas. Les pegan unos revolcones que los dejan temblando. Todos sabemos (al menos vosotros sabéis) de dónde viene la corriente creacionista (incluido el “Intelligent Design”) y quienes la subvencionan, y con qué motivos ideológicos (por cierto, Bush es un puro darwinista. Pero claro, esto tampoco lo entiende). Lo que no son es tontos. Han pescado aquí y allá (quiero decir, en Paleontología, en Bioquímica, en Genética, en Biología del desarrollo...) las enormes lagunas de las “explicaciones” darwinistas y las usan para sus intereses en los debates. Y a los darwinistas se les queda cara de pardillo, porque las explicaciones que dan a las lagunas son intragables y el pretender hacer creer que ya se sabe todo demuestra a cualquier persona medianamente razonable lo poco que saben en realidad.

Pero este debate es un “filón” para ellos. Una forma de defender su doctrina calificando de creacionistas o de defensores del ID a los científicos que quieren debatir con ellos sobre las “lagunas” de su teoría o las contradicciones de los datos reales con sus hipótesis inventadas. Y transmiten al público que son los defensores de “la ciencia”, mientras los que no somos creyentes somos sospechosos. Han conseguido crear una confusión de la que va a resultar

muy difícil, si no imposible, sacar algo positivo científicamente. Por eso airean continuamente el debate con los creacionistas. Si miras cualquier “blog” de darwinistas, más de la mitad de los temas son debates sobre el creacionismo, en los que procuran adjudicar el “baldón” de creacionista a todo el que habla de la discontinuidad del registro fósil (“los creatas son saltacionistas”) o de la complejidad de los procesos biológicos (“los creatas se aferran a los sistemas complejos” “a las propiedades emergentes”). El resto es propaganda de “eslabones” encontrados (los de la ballena son muy divertidos) o de puro darwinismo social, aunque ellos no lo sepan. Pero, como dije en clase, a nosotros no nos debe importar el montaje creacionista, ni su supuesto efecto en la sociedad (al menos en la nuestra, que en el tema de la religión no se parece mucho a la del origen de esta “corriente”). En última instancia, los que les crean ya están predispuestos a creerlos. Es algo parecido a lo que pasa con otros “mentirosos compulsivos” de nuestro país: los que les creen están dispuestos a creer cualquier cosa que saquen de la chistera, por evidente que sea su falsedad o su absurdidad. Lo que nos debe preocupar es el montaje darwinista, porque es el que dirige y controla la docencia y, sobre todo, la investigación y el que impone su visión “científica” de la vida y de la sociedad. La que ha llevado al Mundo a la situación actual.

¿Te acuerdas de las discusiones en clase sobre lo absurdo del mantenimiento del darwinismo a pesar de los datos tan contradictorios? A todos nos resultaba difícil de explicar que personas inteligentes y sin ninguna mala intención oculta (se supone) resultaran tan dogmáticos y tan agresivos ante cualquier cuestionamiento del darwinismo (desde hace algún tiempo, algunos habéis tenido problemas con algunos de vuestros profesores por este motivo ¿no Nere?). Concluimos (o casi) que posiblemente era un fenómeno de retroalimentación (¡qué repolludos son a veces los colegas!) en el que había muchos factores implicados, la inercia y falta de verdadero interés de unos, la subordinación de la ciencia a la cultura anglosajona, que no va a permitir que se derrumben sus mitos y menos si es una teoría que reproduce fielmente sus más arraigados principios culturales... incluso se emitieron hipótesis que se pueden calificar de “neurobiológicas recreativas”, como que, al igual que se producen fenómenos de “inteligencia colectiva” (¿recuerdas los impresionantes trabajos sobre biofilms bacterianos?) también se pueden producir de “estupidez colectiva” (creo que debería buscar un sinónimo que no sea tan ofensivo). Desde luego, no parece muy desencaminada si miramos, por ejemplo, a nuestra “sociedad de mercado” (como dice El Roto, “Los mercados pueden estar tranquilos, el sistema seguirá yendo en la dirección equivocada”). También salió a relucir (¡mis manías de leer en clase al “Genio”!) la posibilidad de un fenómeno de “contagio mental”. Si el maestro reconoce en su autobiografía que *Mi capacidad para seguir una argumentación prolongada y puramente abstracta es muy limitada y por eso nunca hubiese triunfado en metafísica ni en matemáticas*, cabría la posibilidad de que esta limitación se pudiera contagiar a sus discípulos que le consideran “la más alta cumbre del pensamiento humano”. Y esto explicaría argumentaciones como las de la polilla del abedul “mueren las blancas, quedan las negras, esto es la selección natural. “Con el tiempo” se produce la evolución”. Esta no parece tan científica como la anterior, pero habría que estudiarlo... ¿No crees?

Lo que sí alcanzó un amplio consenso fue la existencia de fuertes intereses económicos (y eso tú lo tienes muy claro) detrás del mantenimiento de la visión, digamos “convencional”, es decir, la de muchos científicos que no se plantean si son o no darwinistas, que no son “expertos” en evolución (ni les interesa, muchas veces), pero que, por su formación, parecen tener incrustado en su cerebro la visión competitiva, reduccionista, aleatoria del darwinismo... y de todo lo que hay tras él. No voy a reproducir aquí tus comentarios sobre la noticia de la investigación (“Gen P53, asesino y policía”) que has leído mientras te escribía, porque pretendo publicar esta carta en un sitio dirigido por personas con una exquisita educación, pero sí alguna frase suelta: “Deben de sentirse muy listos al buscar una cura contra el cáncer y encontrar cómo alargar nuestras vidas. Dos pájaros de un tiro...

¡cretinos!” “¡Qué manía de humanizar a las moléculas!” En el comentario del artículo se menciona que “P53 se ha convertido en una de las más perseguidas dianas de los laboratorios farmacéuticos”. Sí Nere, éste es el gran problema. Se persiguen las “patentes” de “un gen” que pueda resultar un gran negocio. Por eso se patentan simplezas (luego te recordaré otra “patente”), porque la complejidad no se puede patentar. Y como tú sabes, un gen, aunque sea un “supergén”, es sólo un componente más de un sistema muy complejo, que en el caso de la mayoría de los “genes del cáncer”, controla el desarrollo embrionario, y está sometido a una ajustadísima regulación en la que intervienen multitud de proteínas y de ácidos nucleicos (mRNAs) y que una mutación no es “un error ocasional” sino una alteración (una desorganización) producida por algo (no es “al azar”) que suele ser algún tipo de agresión ambiental y por eso un “gen” puede ser “asesino o policía”. No es interrumpiendo procesos biológicos como se va a curar el cáncer. Primero habría que comprenderlo, y como dijo el sabio, “No se puede esperar que alguien comprenda algo cuando su sueldo depende de que no lo comprenda”: Pero estas son las noticias científicas que se airean en la prensa como candidatas al Nóbel, como el concedido a los descubridores de que la úlcera de estómago no es producida por el ambiente, sino por una “infección” (ya sabes, una *Helicobacter* malignizada por las agresiones ambientales). Igual que la locura del SIDA. Los pobres africanos acusados por los científicos de causantes del problema por comer monos. Y Koprowsky, que lo originó por fabricar vacunas empleando riñones de chimpancé y macaco con sus virus endógenos de la inmunodepresión correspondientes, famoso y, seguramente, millonario. Pero lo importante son las patentes de los medicamentos que usan contra el SIDA. Y ya ves la guerra de las patentes ¡qué vergüenza! Y hablando de patentes, ¿qué te parece la idea de Craig Venter de patentar “los genes mínimos para la vida”? Lo que ha patentado son los 385 “genes” con los que puede vivir *Mycoplasma genitalium*, a la que han ido quitando genes y la pobre ha ido aguantando (ya sabes hasta dónde pueden aguantar las increíbles bacterias). Pero es una gran estrella mediática. ¡Ha dado el primer paso para “crear vida artificial”! Ha empalmado secuencias de ADN sintético (mejor dicho, las han empalmado unas bacterias y un hongo) y ¡ya está! Ahora sólo falta que “cree” los orgánulos celulares, los miles de proteínas, los ARNs, la membrana celular y les “dote” de organización. Menudencias. Pero en los medios de comunicación le dedican grandes calificativos, entre otros de “gran científico”. Pero tú y yo sabemos qué clase de “científico” y qué clase de persona es Venter.

Sí Nere. Parece increíble que a estas alturas del Siglo XXI y con los increíbles conocimientos que existen, con el enorme prestigio social que tiene la Ciencia haya esta enorme confusión. Se confunde tecnología con ciencia, se confunden las chapuzas precipitadas y los “negocietes” con “investigaciones al servicio de la Humanidad”. ¿De qué Humanidad? ¿De la que pueda pagar? Porque este es el problema Nere, el dinero. El sistema económico demencial que dirige todo y que nos ha dejado en manos de especuladores sin escrúpulos que hacen negocio con todo, incluida la salud de la gente. Y como la investigación científica tiene que estar financiada por empresas con ánimo de lucro, las investigaciones han de tener “rendimiento económico” y por eso, cuando se hace un gran descubrimiento (como sabes, los ha habido impresionantes), en lugar de pensar sobre su significado en relación con los procesos de la vida o sus contradicciones con lo que se daba por sabido (y de estos ha habido muchos) se plantea rápidamente, sin pararse a reflexionar, que “esto va a tener grandes aplicaciones en terapia génica o ingeniería genética” (como tú dices, ¡ja!). No se trata de entender, se trata de rentabilizar.

Supongo que también recordarás (estoy seguro de que sí) una clase en la que acabé emocionado (casi lloroso, cosas de viejos). Se organizó un debate de una forma espontánea sobre “la nueva Biología” en el que cada vez participaba más gente (incluso algunos tímidos ocultos) y las ideas bullían. Salió a relucir la termodinámica, la teoría de la información, los sistemas complejos, naturalmente los virus, la coevolución.... ¡Qué gente más lista! Cada día

tengo más claro que los que entráis en el tema ya veníais “espabilados” y, desde luego, de algunos campos sabéis mucho más que yo. Juan, Almudena, Alberto, María, David, Eduardo, Miguel, Sara... tú (como no) incluso alguno pasado de revoluciones, como Willy (qué lince es el tío). Acabé diciendo con aire melodramático: “¡Esto es la Universidad!”. Pues nos la van a quitar. Ya sabes, nos la van a servir “a la boloñesa”. Europa tiene que ser “competitiva” (¿te suena la palabra?), y para eso van a fabricar “Masters” (se acabaron los científicos), “especialistas adecuados a las necesidades del mercado”. La Universidad se va a convertir en una especie de academia en la que se enseñará como si ya se supiera todo (¡precisamente!) y lo que va a producir son “expertos en un tema muy concreto y aplicado a la productividad”. Ya sabes, la Ciencia es una potente herramienta para el “desarrollo” y “la competitividad”.

Por esto es por lo que he comenzado pidiéndoos disculpas. Muchos sois tan brillantes que, de algún modo, antes o después, cabría esperar que acabaseis investigando. Pero ¿dónde, con vuestras extrañas ideas de que hay que rehacer la Biología desde la base? (Por cierto, cómo se cabrean los inquisidores con esta frase). ¿En algún laboratorio que busca patentes? ¿En un departamento financiado por empresas? ¿Bajo la dirección de quién? ¿De algún “pope” del darwinismo? Supongo que si sois capaces de disimular lo que pensáis de verdad es posible que encontréis trabajo, pero ¿haciendo qué? Esto no va a cambiar Nere. Si se tratase de un problema estrictamente científico sería lógico que hubiera un cambio radical en la interpretación, en la comprensión de los fenómenos biológicos, porque ya es evidente que la visión de la competencia, el azar, el egoísmo, el individualismo y el reduccionismo no se sostiene. Pero ya has visto que no se trata de un problema científico, sino de dinero y de poder, y los que lo han acaparado no lo van a soltar hasta que llegue la “traca final” (ya sabes, la provocada por ellos).

Por eso, cada fin de curso, me quedo con una sensación contradictoria. He disfrutado (y he aprendido) mucho con “mi gente”, pero ahora ¿dónde se sentirán bien trabajando? (Bueno, uno sé que se siente bien: se ha hecho ganadero). Este año me preocupas especialmente tú, porque eres muy sincera y muy temperamental (como tú dices, “¡tengo muy mala leche!”). Por eso, no sé qué decirte además de pedirte disculpas. Yo seguiré con mi “matraca” mientras aguante el cuerpo. ¿Qué otra cosa puedo hacer a estas alturas? Pero vosotros sois muy jóvenes para permitir que os amarguen la vida, así que ¡a vivir Nereida! Monta en tu caballo de mar y lánzate al océano, porque como tú sabes, a pesar de ser bióloga, la vida es muy bonita.

Un beso.

M

---

---





## Géminis Papeles de Salud

PORTADA [INFO HERBOGEMINIS](#) CONTACTAR SUSCRIBIRSE [ENLACES](#) MAPA WEB [GUÍA RÁPIDA](#)

*Máximo Sandín, Dpto. Biología U.A.M.*

*Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Tomo 95. Año 1998.*

### La función de los virus en la evolución

La llamada "revolución molecular" producida en los últimos veinte años, ha aportado una gran cantidad de información detallada sobre la estructura y función de los últimos componentes fundamentales de los procesos biológicos. Los, a veces, espectaculares hallazgos especialmente de la genética molecular y del desarrollo, alcanzan una resonancia en los medios de comunicación que raramente se concede a cualquier otra materia científica. Sin embargo, resulta sorprendente (o tal vez no) que una ciencia tan pujante (incluso tan "de moda"), se haya convertido en una acumulación de datos, cada vez más minuciosos y, al mismo tiempo, cada vez más desconectados entre sí, incluso contradictorios en muchas ocasiones. Esta situación es consecuencia de la inevitable especialización a que se ven obligados los científicos, para profundizar más y más en sus campos de estudio. Y así, se ha llegado a una auténtica incomunicación entre distintas disciplinas, cuyas diferentes perspectivas son imprescindibles para una adecuada interpretación de los datos. Pero, si tenemos en cuenta que se publican 35.000 revistas científicas, que arrojan la ingente cantidad de unos 20 millones de artículos anuales, nos encontramos con que, cada especialista, no dispone de tiempo suficiente (naturalmente descontando el imprescindible para dormir y demás necesidades fisiológicas) para estar al corriente de todo lo que se publica sobre su materia de estudio, y mucho menos de otras disciplinas.



La consecuencia es una especie de "autismo científico" que conduce a que, en cada disciplina, no se conceda la menor importancia o el menor significado a descubrimientos procedentes de otras, que si se interrelacionan, hacen tambalearse el concepto unificador de la Biología: la Teoría de la Evolución. Es decir, nos podemos encontrar con la paradoja de disponer de una enorme cantidad de precisa información sobre una ciencia sin una base teórica que la unifique. Algo así como si la Química no tuviera tabla periódica de los elementos.

Desde luego, si la máxima, no por repetida menos certera, de T. Dobzansky: "*Nada tiene sentido en Biología si no es a la luz de la Evolución*", se intentase aplicar a los últimos descubrimientos,

especialmente de la Genética del Desarrollo, habríamos de concluir que, o bien estos descubrimientos están equivocados, o bien es la Teoría evolutiva convencional la errónea. Y dado que los primeros son datos constatables y la segunda es sólo una teoría, parece que es ésta la que necesita una profunda revisión.

No parece necesario recordar que, cuando en la primera mitad de este siglo se establecieron las bases teóricas de la Genética de Poblaciones (origen de la "Teoría Sintética Moderna"), los conocimientos existentes sobre los procesos y mecanismos genéticos eran muy limitados. Y a pesar de que la concepción de la transmisión de los caracteres según el tipo de herencia mendeliana era una simplificación de unos procesos que hoy se saben mucho más complejos, su modelo teórico encontraba serias dificultades para explicar lo que los genetistas de poblaciones consideraban el paso inicial para extrapolar los procesos microevolutivos a la Evolución: la especiación. Y el "dilema de Haldane" sigue siendo hoy un dilema, acentuado por la complejidad y estabilidad de los mecanismos genéticos que actúan como barrera interespecífica, pero que, sobre todo, ponen de manifiesto la ausencia de relación existente entre los procesos microevolutivos y las grandes reorganizaciones genéticas, estructurales y funcionales que conlleva la Macroevolución. La conclusión obvia es que lo que explica la Genética de Poblaciones es exactamente eso: variabilidad de caracteres en el seno de las especies, es decir, "genética de poblaciones", pero no Evolución.

En efecto, cada día son más los mecanismos y procesos biológicos que tienen difícil encuadre dentro de la Teoría Sintética: los elementos móviles (transposones y retrotransposones), las secuencias repetidas, las secuencias y proteínas reguladoras, los genes homeóticos ... y, especialmente, los eficaces mecanismos de control; tanto a nivel celular, mediante un complejísimo sistema de proteínas que "revisan" y reparan los errores de duplicación, que controlan el correcto funcionamiento celular y que se autorregulan entre sí, como en el desarrollo embrionario, por campos morfogenéticos que coordinan con increíble precisión el proceso espacial y temporal de la formación de tejidos y órganos, que son también capaces de corregir accidentes y reconducir el proceso.

La extremada precisión e interconexión con que funcionan estos mecanismos, concede muy poco campo de acción a la Selección Natural, actuando sobre mutaciones aleatorias, para producir cambios en los organismos que impliquen realmente evolución.

Parece necesaria, por tanto, la búsqueda de un mecanismo alternativo que explique el origen de la compleja información genética en que se basan las distintas propiedades morfológicas y funcionales de los diferentes taxones.

Para ello, tendremos que proceder de un modo inverso al habitual, es decir, en lugar de partir de un modelo "indiscutible" e intentar encajar de un modo forzado los nuevos datos, vamos a exponer e interrelacionar éstos y tratar de deducir qué modelo sugieren.

Para comenzar, recordemos otra máxima tan consistente (y, al parecer, tan ignorada) como la antes mencionada de Dobzansky: está tomada del libro "*Life itself*" de Francis Crick: "*Los hechos fundamentales de la Evolución, son, a primera vista tan extraños, que sólo podrán ser explicados mediante una hipótesis poco convencional*".

Efectivamente, de "hechos fundamentales" se pueden calificar la repentina aparición de las bacterias en la Tierra, el origen de las células eucariotas, el de los organismos multicelulares, la aparición de todos los grandes taxones animales conocida como la "explosión del Cámbrico", y los repentinos cambios de organización animal y vegetal observados en el registro fósil. Todos ellos resultan cada vez más difíciles de explicar en términos de Selección Natural actuando sobre mutaciones individuales y al azar, a medida que aumentan los conocimientos sobre la complejidad y estabilidad de los procesos biológicos.

Especial atención merece uno de los pocos procesos evolutivos que se pueden contar como científicamente demostrados, tanto desde el punto de vista morfológico como funcional: el origen de la célula eucariota, y por tanto de los elementos constitutivos de los seres vivos. La "Teoría

endosimbionte" de Margulis y Sagan, es decir, la inclusión de unas bacterias dentro de otras como origen de mitocondrias, cloroplastos y microtúbulos, es aceptada de un modo general, aunque se asume como un fenómeno de fagocitosis ocasional. No obstante es posible otra explicación: si el fenómeno que podemos considerar fundamental en la aparición de los eucariotas se produjo como resultado de la integración de varios "sistemas complejos", ¿no es posible que éste sea el mecanismo evolutivo principal? De hecho la coherente conclusión a que llegan Margulis y Sagan es que los seres vivos somos en realidad agregados de bacterias más o menos modificadas.

Sin embargo, el siguiente "hecho fundamental", la aparición de los organismos multicelulares, no consiste simplemente en una "agregación" aleatoria de bacterias. Para la formación de los distintos tejidos durante el desarrollo es imprescindible la actuación de un programa embriológico, por simple que sea, que coordine la proliferación y disposición de las, ya de por sí, complejas células constituyentes. Entonces, ¿con qué material genético, con qué secuencias se pudo pasar de unas sencillas células eucariotas a células especializadas capaces de generar distintos tejidos y estructuras? y, sobre todo, ¿cómo pudo aparecer por mucho tiempo que pasara la regulación coordinada de su desarrollo embrionario? ¿por acumulación aleatoria de "errores de copia" en las células eucariotas? La frágil hipótesis de la duplicación y reorganización (al azar y en un sólo individuo) de los componentes genéticos iniciales para producir un organismo complejo es comparable con que "El Quijote" pudiera surgir de la mezcla al azar de las letras y las frases de un pequeño folleto. Parece evidente que es necesario algún tipo de dirección, de control que dé sentido y coordinación a las nuevas "frases".

Y el más espectacular ejemplo de esta necesidad es el más sorprendente "hecho fundamental" de la Evolución del que existen pruebas materiales irrefutables, la llamada "explosión del Cámbrico". Aunque datos recientes sitúan esta explosión en un período anterior, el Ediacareense, lo cual lo hace aún más inexplicable, por contar con menos tiempo desde el origen de la vida, lo cierto es que, de una forma repentina y simultánea, aparecen todos los grandes tipos de organización, todos los grandes Phyla actuales; se han identificado espongiarios, equinodermos, moluscos, poliquetos, onicóforos, artrópodos, e incluso cefalocordados, antecesores, al parecer, de los vertebrados.

¿Cómo se puede explicar esta súbita revolución que produjo estructuras tan complejas como antenas, ojos, pinzas, patas articuladas, cubiertas rígidas, conchas, caparazones, paletas natatorias, bocas y tubos digestivos?

Según S.J. Gould, *"Si la Evolución se produjese de la manera comúnmente admitida, es decir, como resultado de la adaptación al ambiente mediante cambios graduales, lo que encontraríamos inicialmente serían unos pocos diseños generales y gran variabilidad (distintas adaptaciones) dentro de cada uno de ellos. Sin embargo, encontramos exactamente lo contrario"*.

Pero esta contradicción con la teoría ortodoxa no se produce sólo en estos dos "hechos fundamentales" de la Evolución, sino también en todos los demás; la aparición de los grandes taxones de vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos) y vegetales (angiospermas y gimnospermas) son igualmente repentinas e igualmente difíciles de justificar mediante cambios graduales e individuales, ya que las grandes remodelaciones de su organización, tanto morfológica como genética, implican cambios simultáneos en muchos caracteres interdependientes (para más amplia discusión, ver *"Lamarck y los mensajeros"*, Ed. Istmo). Como nos muestra la Sistemática Cladística, esas repentinas apariciones tienen una pauta semejante a la del "equilibrio puntuado" de Gould y Elredge; los distintos grupos aparecen repentinamente, con una cierta variabilidad entre ellos y a lo largo de su estancia en la Tierra permanecen con pocos cambios (o con cambios no sustanciales) hasta su extinción o nueva transformación brusca.

Estos son los hechos constatados en el registro fósil. Y, dado que las mutaciones aleatorias y la posterior Selección Natural no parecen jugar un papel relevante en estos fenómenos (los que sobreviven durante los larguísimos períodos de estasis son, simplemente, los individuos aptos, no "los más aptos") habría que buscar un mecanismo genético que justificase estas bruscas y complejas reorganizaciones.

Ese mecanismo ya se ha encontrado. En los últimos diez años se han descubierto más de 350 secuencias genéticas denominadas homeoboxes. Son grupos de genes que controlan el desarrollo embrionario de distintos tejidos y órganos tanto animales como vegetales (MADS-box).

Su función esencial es siempre la misma; la activación de la transcripción de otros genes. Pero lo más sorprendente es que son miembros de una misma familia de genes que realizan una tarea similar en artrópodos, peces, aves, y mamíferos. Se han identificado "homeoboxes" para ojos, alas, oído, extremidades, órganos sexuales, globinas, procesos de regulación, ejes del embrión, gastrulación, etc.

Recientemente, ha sido publicado en la revista "*Nature*" el hallazgo del control simultáneo del desarrollo de los dedos y el sistema urogenital, incluido el pene, por parte de un sistema HOX, en vertebrados. Este hallazgo (que al parecer, no pasó de ser una fuente de chistes fáciles) tiene la enorme importancia de aclarar la difícilmente explicable, en términos neodarwinistas, transición del medio acuático al terrestre con sus requerimientos en la locomoción y fertilización interna.

Pero mantiene otra dificultad: el "monstruo sin esperanza" producido por una "misteriosa" remodelación genética individual, no tendría pareja con la que acoplarse (crítica que, en su tiempo se hizo a R. Goldschmidt, cuando tuvo el atrevimiento de sugerir que la Macroevolución tenía que estar asociada a "macromutaciones" de efecto instantáneo). Es, por tanto, necesario un mecanismo que haga posible que esta amplia remodelación genética se produzca, simultáneamente, en un número suficiente de individuos (con sus diferentes caracteres sexuales apropiados) que haga viable su reproducción.

Pues bien, también existe ese mecanismo; el astrónomo galés Alfred Hoyle, publicó en 1982 un cuadernillo titulado "*Evolution from Space*" en el que especulaba sobre la posibilidad de que la capacidad de los virus de integrarse en los genomas de los seres vivos y permanecer en ellos en forma de "provirus", podría ser un mecanismo de adquisición de secuencias complejas de genes disponibles para su eventual uso, como respuesta a cambios ambientales. Aunque su propuesta fue ignorada, cuando no ridiculizada, por algunos biólogos "ortodoxos", lo cierto es que daría respuesta a los problemas planteados anteriormente. Es decir, sería la "hipótesis poco convencional" que explicaría los extraños "hechos fundamentales" de la Evolución.

¿Existen datos que permitan considerar seriamente esta hipótesis? Veamos algunos: en los últimos años, los estudios moleculares de los genomas animales y vegetales están arrojando resultados sorprendentes. En todos ellos se han identificado abundantes secuencias de ADN que son "virus endógenos". La mayoría se consideran derivados de virus exógenos que "infectaron" las diversas especies en el pasado, y que se han convertido en endógenos mediante la inserción en células germinales. Algunas han sufrido mutaciones, aunque todavía es posible relacionarlas con virus actuales. Al haber perdido sus zonas terminales han perdido su capacidad de salir de su zona de inserción. Pero otras, que no la han perdido, están en forma de elementos móviles o elementos transponibles que, en algunos casos, como el retroelemento Gypsy de *Drosophila*, son capaces de reconstruir su cápsida y reinfectar de nuevo.

La cantidad de ADN de origen viral aumenta constantemente (intrones, secuencias repetidas, etc.) Pero, lo más informativo son sus aspectos funcionales: los elementos móviles, mediante cambios de localización y duplicaciones, producen reordenamientos cromosómicos y cambios en la expresión y regulación génica, en genes relacionados con la histocompatibilidad, con las alfa globulinas, con la activación de "oncogenes", ... Incluso transposones transmitidos por bacterias producen en animales y plantas cambios en células germinales, que transforman la proporción de sexos de la descendencia, de modo que hasta el 90% de ella son hembras. Se ha podido comprobar, tanto en insectos como en plantas, que este fenómeno se produce como respuesta a condiciones ambientales adversas y, por cierto, explicaría el fenómeno de "feminización" observado recientemente en peces y cocodrilos.

En cuanto a los virus endógenos claramente reconocidos, se expresan, entre muchas otras, en

funciones tan significativas como las siguientes: partículas retrovirales defectivas son las responsables de los mecanismos de "impronta" paterna y materna que hacen posible la placentación. Otros antígenos de origen retroviral se han encontrado implicados en el proceso de diferenciación de células trofoblásticas de la placenta humana ... En conjunto, más de mil secuencias génicas, perfectamente conocidas, que se expresan en 37 tejidos humanos, se han identificado como correspondientes a retrovirus endógenos. Se expresan como parte constituyente en cerebro, embrión, pulmón, riñón, etc. (Para bibliografía, ver el artículo "*Teoría Sintética: crisis y revolución*" Arbor, nº 623-624).

Cada día se acumulan nuevos datos sobre actividades de virus endógenos. El problema es que raramente se interrelacionan y, sobre todo nunca se intentan situar en un contexto evolutivo, que sería la forma de comprender el significado de su presencia en los genomas.

Por si los siguientes datos pueden dar una pista a este respecto, diremos que en el embrión de *Drosophila* se han identificado 15 secuencias retrovirales implicadas en el control espacial y temporal del desarrollo de distintos tejidos.

Pero si esta secuencia lineal de argumentos no resulta suficientemente indicativa, hagamos el último esfuerzo por interrelacionar simultáneamente (aunque el "esquema mental" resulte algo "enmarañado") los problemas evolutivos (los hechos fundamentales), los descubrimientos de la Genética del desarrollo, y las propiedades y características de las secuencias de origen viral. El resultado es un modelo evolutivo que tiene poco (o nada) que ver con la teoría convencional. Si las amplias remodelaciones genéticas que nos evidencian los genes homeóticos (y que concuerdan con los datos paleontológicos) necesitan de un mecanismo que haga posible su aparición simultánea en varios individuos, y si los virus (ADN y ARN) tienen, tanto propiedades infectivas como de integración en los genomas y tienen actividades funcionales y de regulación en el desarrollo embrionario, la conclusión parece clara: la complejidad e interdependencia de los procesos genéticos, celulares, embriológicos, ... no parece muy compatible con mutaciones aleatorias y errores de copia como mecanismo de cambio evolutivo. Sería la "integración de sistemas complejos" (recordemos el origen de la célula eucariota), la interacción de unidades (bacterias y virus) el mecanismo fundamental de este cambio.

Esta conclusión puede resultar sorprendente, pero, lo cierto, es que los descubrimientos de la Genética del desarrollo son realmente sorprendentes. Si la familia de genes HOX que controla el desarrollo del ojo es prácticamente idéntica en artrópodos y hombre y el tipo tan diferente de ojo se produce en función de mecanismos específicos de regulación, está claro que la asociación de frecuencias génicas con Evolución no tiene sentido, pero, sobre todo, también está claro que estas secuencias estaban presentes en la Tierra, al menos desde el Precámbrico.

El significado de estos hechos es inquietante, pero al mismo tiempo, muy estimulante para la Biología. Nos encontramos con fenómenos que desafían nuestras más arraigadas convicciones. Parece que va a ser necesario un esfuerzo de los biólogos para abandonar los viejos conceptos de azar y competencia, de hondas raíces culturales (incluso ideológicas) y construir una nueva Biología que aporte otras respuestas a los mecanismos y problemas fundamentales de la vida.

Porque las consecuencias no son solamente de tipo "filosófico", ya que estas respuestas nos permitirían plantearnos nuevas preguntas sobre algunos de los más graves problemas a que se enfrenta la Humanidad:

- ▶ ¿No es posible que manipulaciones como la elaboración de vacunas con sangre entera de mono sea el origen de los extraños "virus híbridos" del SIDA por activación de virus endógenos?
- ▶ ¿No es posible que los tratamientos con antirretrovirales de amplio espectro, o mezclas de ellos, a enfermos (o seropositivos) de SIDA dañen secuencias retrovirales que actúan normalmente en diversos órganos, acelerando su muerte?
- ▶ ¿No es posible que los xenotransplantes estén introduciendo en el hombre secuencias específicas

de órganos animales cuya activación e hibridación con virus humanos puedan tener repercusiones de alcance imprevisible?

► Y, finalmente, ¿no es posible que los oncogenes (grupos de genes sin sentido evolutivo) sean, en realidad secuencias de origen viral (los "oncovirus", considerados casos excepcionales), cuya función sea actuar sobre la diferenciación y proliferación de un tejido celular concreto, y que la proliferación celular cancerosa sea el resultado de la activación de dichas secuencias en un momento inadecuado?

Las respuestas a estas preguntas pondrían de manifiesto la necesidad de un cambio de actitud en la visión científica de los fenómenos naturales, pero sobre todo, la necesidad de prudencia y respeto ante fenómenos que la Ciencia se ha lanzado a manipular antes de comprenderlos realmente.

## Referencias

- 1.- KONDO, T.; ZAKAUY, J.; INNIS, J.W. & DUBOULE, D. 1997. Of fingers, toes and penises. *Nature*. 390: 29.
- 2.- KIM, A.; TERZIAN, C.; SANTAMARIA, P.; PELISSON, A.; PURD'HOMME, N. & BUCHETON, A. 1994. Retroviruses in invertebrates: The Gypsy retrotransposon is apparently an infectious retrovirus of *Drosophila melanogaster*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, 91 (4): 1285-1289.
- 3.- ROBINS, D. & SAMUELSON, L. 1993. En *Transposable Elements and Evolution*. McDonald, J. (ed). Kluwer.
- 4.- KIM, J.; YU, C.; BAILEY, A.; HARDISON, R. & SHEN, C. 1989. Unique sequence organization and erythroid cell-specific nuclear factor-binding of mammalian theta-1 globin promoters. *Nucleic Acids Res*, 17 (14): 5687-5700.
- 5.- DOMBROUSKI, B.A.; MATHIAS, S.L.; NANTHAKUMAR, E.J.; SCOTT, A.F. & KAZAZIAN, M.M.Jr. 1991. Isolation of the L1 gene responsible for a retrotransposition event in man. *Am. J. Hum. Genet.*, 49: 403.
- 6.- GOUYON, P.M. & COUVERT, D. 1987. A conflict between two sexes, females and hermaphrodites. En S. Stearn ed. "The Evolution of sexes and its consequences". Birkhanser Verlag, Berlin.
- 7.- NEUMANN, B.; KUBICKA, P. & BARLOW, D.P. 1995. Characteristics of imprinted genes. *Nature Genetics*, 9: 12-13.
- 8.- LYDEN, T.W.; JOHNSON, P.M.; MWENDA, J.M.; ROTE, N.S. 1995. Expression of endogenous HIV-1 crossreactive antigens within normal extravillous trophoblast cells. *Journal of Reproductive Immunology*, 28: 3.
- 9.- DNIG, D. & LIPSHITZ, H.D. 1994. Spatially regulated expression of retrovirus-like transposons during *Drosophila melanogaster* embryogenesis. *Genetical Research*, 64: 3.
- 10.- SANDÍN, M. 1997. Teoría Sintética: Crisis y Revolución. *ARBOR*. Nº 623-624: 269- 303.

► [Fuente](#)

## Máximo Sandín: Artículos disponibles

- [Manifiesto por la supervivencia](#)
- [Sobre el manifiesto por la supervivencia](#)
- [En busca de la biología](#)
- [La transformación de la evolución](#)
- [¿Pensamiento único o ausencia de pensamiento?](#)
- [Sobre el origen del hombre](#)

- ▶ [Hacia una nueva biología](#)
- ▶ [Teoría sintética: crisis y revolución](#)
- ▶ [Synthetic theory: crisis and revolution](#)
- ▶ [El darwinismo social](#)
- ▶ [Los ciegos y el elefante](#)
- ▶ [La función de los virus en la evolución](#)
- ▶ [Las "sorpresas" del genoma](#)
- ▶ [Biology: an old perspective](#)
- ▶ [Nueva biología para una nueva sociedad](#)
- ▶ [ADN, la molécula milagrosa](#)
- ▶ [Sucesos excepcionales en la evolución](#)
- ▶ [Dos libros: dos universos](#)
- ▶ [La lucha contra bacterias virus](#)
- ▶ [Carta a Nereida](#)
- ▶ [Fuente](#)

(29 de agosto de 2009)

### **Palabras clave**

- [Virus](#)
- [Biología](#)
- [Evolución](#)

*Máximo Sandín, Universidad Autónoma de Madrid*

## La guerra contra bacterias y virus: una lucha autodestructiva

La guerra permanente contra los entes biológicos que han construido, regulan y mantienen la vida en nuestro Planeta es el síntoma más grave de una civilización alienada de la realidad que camina hacia su autodestrucción.



(Fotografía: Máximo Sandín, biólogo, profesor de la Universidad Autónoma de Madrid; a la izquierda Xavier Uriarte, médico, de la Liga por la Libertad de Vacunación. Biocultura 2009 Madrid)

Las dos obras fundacionales que constituyen la base teórico-filosófica del pensamiento occidental contemporáneo, de la concepción de la realidad, de la sociedad, de la vida, y que han sido determinantes en las relaciones de los seres humanos entre sí y con la Naturaleza son “*La riqueza de las naciones*” de Adam Smith y “*Sobre el origen de las especies por medio de la selección natural o el mantenimiento de las razas favorecidas en la lucha por la existencia*” de Charles Darwin. La concepción de la naturaleza y la sociedad como un campo de batalla en el que dos fuerzas abstractas, la selección natural y la mano invisible del mercado rigen los destinos de los competidores, ha conducido a una degradación de las relaciones humanas y de los hombres con la naturaleza sin precedentes en nuestra historia que está poniendo a la humanidad al borde del precipicio. El creciente abismo entre los países víctimas de la colonización europea y los países colonizadores, las decenas de guerras permanentes, siempre originadas por oscuros intereses económicos, la destrucción imparable de ecosistemas marinos y terrestres ... sólo pueden conducir a la Humanidad a un callejón sin salida.

La gran industria farmacéutica se puede considerar, dentro de este proceso destructivo, un claro exponente de la aplicación de estos principios y de sus funestas consecuencias. La concepción del organismo humano y de la salud como un campo para el mercado, como un objeto de negocio, unida a la visión reduccionista y competitiva de los fenómenos naturales ha conducido a una distorsión de la función que, supuestamente, le corresponde, que puede llegar a constituir un factor



más a añadir a los desencadenantes de la catástrofe. Un ejemplo dramáticamente ilustrativo de los peligros de esta concepción es el alarmante aumento de la resistencia bacteriana a los antibióticos, que puede llegar a convertirse en una grave amenaza para la población mundial, al dejarla inerte ante las infecciones (Aleksun M. N. y Levy S. B. 2007). El origen de este problema se encuentra en los dos conceptos mencionados anteriormente, que se traducen en el uso abusivo de antibióticos ante el menor síntoma de infección, su utilización masiva para actividades comerciales como el engorde de ganado, y su comercialización con evidente ánimo de lucro, pero, sobre todo, de la consideración de las bacterias como patógenos, “competidores” que hay que eliminar.

Esta concepción pudo estar justificada por la forma como se descubrieron *las bacterias*, antes “inexistentes”. El hecho de que su entrada en escena fuera debido a su aspecto patógeno, unido a la concepción darvinista de la naturaleza según la cual, la competencia es el nexo de unión entre todos sus componentes, las estigmatizó con el sambenito de microorganismos productores de enfermedades que, por tanto, había que eliminar. Sin embargo, los descubrimientos recientes sobre su verdadero carácter y sus funciones fundamentales para la vida en nuestro planeta han transformado radicalmente las antiguas ideas. Las bacterias fueron fundamentales para la aparición de la vida en la Tierra, al hacer la atmósfera adecuada para la vida tal como la conocemos mediante el proceso de fotosíntesis (Margulis y Sagan, 1995). También fueron responsables de la misma vida: las células que componen todos los organismos fueron formadas por fusiones de distintos tipos de bacterias de las que sus secuencias génicas se pueden identificar en los organismos actuales (Gupta, 2000). En la actualidad, son los elementos básicos de la cadena trófica en el mar y en la tierra y en el aire (Howard et al., 2006; Lambais et al., 2006) y siguen siendo fundamentales en el mantenimiento de la vida: *“Purifican el agua, degradan las sustancias tóxicas, y reciclan los productos de desecho, reponen el dióxido de carbono a la atmósfera y hacen disponible a las plantas el nitrógeno de la atmósfera. Sin ellas, los continentes serían desiertos que albergarían poco más que líquenes”*. (Gewin, 2006), incluso en el interior y el exterior de los organismos (en el humano su número es diez veces superior al de sus células componentes). La mayor parte de ellas son todavía desconocidas y se calcula que su biomasa total es mayor que la biomasa vegetal terrestre. Con estos datos resulta evidente que su carácter patógeno es absolutamente minoritario y que en realidad es debido a alteraciones de su funcionamiento natural producidas por algún tipo de agresión ambiental ante la que reaccionan intercambiando lo que se conoce como “islotos de patogenicidad” (Brzuszkiewicz et al., 2006) una reacción que, en realidad, es una reproducción intensiva para hacer frente a la agresión ambiental. De hecho, se ha comprobado que los antibióticos no son realmente “armas” antibacterianas, sino señales de comunicación que, en condiciones naturales, utilizan, entre otras cosas, para controlar su población: “Lo que los investigadores conocen sobre los microbios productores de antibióticos viene fundamentalmente de estudiarlos en altos números como cultivos puros en el laboratorio, unas condiciones artificiales comparadas con su número y diversidad encontrados en el suelo” (Mlot, 2009). A pesar de todos estos datos reales, se puede comprobar cómo la industria farmacéutica sigue buscando “nuevas armas” para combatir a las bacterias (Pearson, 2006).

**Los virus** han seguido, con unos años de retraso, el mismo camino que las bacterias, debido a que su descubrimiento fue más tardío a causa de su menor tamaño. Descubiertos por Stanley en la enfermedad del “mosaico del tabaco” fueron, lógicamente, dentro de la óptica competitiva de la naturaleza, incluidos en la lista de “rivales a eliminar”. Es evidente que algunos de ellos provocan enfermedades, algunas terribles, pero, ¿no estará en el origen de éstas algún proceso semejante al que ya parece evidente en las bacterias? Veamos los datos más recientes al respecto: El número estimado de virus en la Tierra es de cinco a veinticinco veces más que el de bacterias. Su aparición en la Tierra fue simultánea con la de las bacterias (Woese, 2002) y la parte de las características de la célula eucariota no existentes en bacterias (ARN mensajero, cromosomas lineales y separación de la transcripción de la traslación) se han identificado como de procedencia viral (Bell, 2001). **Las actividades de los virus en los ecosistemas marinos y terrestres** (Williamson, K. E., Wommack, K. E. y Radosevich, M., 2003; Suttle, C. A., 2005) **son, al igual que las de las bacterias,**

**fundamentales.** En los suelos actúan como elementos de comunicación entre las bacterias mediante la transferencia genética horizontal (Ben Jacob, E. et al., 2005), en el mar tienen actividades tan significativas como éstas: En las aguas superficiales del mar hay un valor medio de 10.000 millones de diferentes tipos de virus por litro. Su densidad depende de la riqueza en nutrientes del agua y de la profundidad, pero siguen siendo muy abundantes en aguas abisales. **Su papel ecológico consiste en el mantenimiento del equilibrio entre las diferentes especies que componen el placton marino (y, como consecuencia, del resto de la cadena trófica) y entre los diferentes tipos de bacterias, destruyéndolas cuando las hay en exceso.** Como los virus son inertes, y se difunden pasivamente, cuando sus "huéspedes" específicos son demasiado abundantes son más susceptibles de ser infectados. Así evitan los excesos de bacterias y algas, cuya enorme capacidad de reproducción podría provocar graves desequilibrios ecológicos, llegando a cubrir grandes superficies marinas. Al mismo tiempo, la materia orgánica liberada tras la destrucción de sus huéspedes, enriquece en nutrientes el agua. *Su papel biogeoquímico es que los derivados sulfurosos producidos por sus actividades, contribuye ... ¡a la nucleación de las nubes!* A su vez, los virus son controlados por la luz del sol (principalmente por los rayos ultravioleta) que los deteriora, y cuya intensidad depende de la profundidad del agua y de la densidad de materia orgánica en la superficie, con lo que todo el sistema se regula a sí mismo. (Fuhrman, 1999). Hasta el 80% de las secuencias de los virus marinos y terrestres no son conocidas en ningún organismo animal ni vegetal. (Villareal, 2004). **En cuanto a sus actividades en los organismos,** los datos que se están obteniendo los convierten en los **elementos fundamentales en la construcción de la vida.** Además de las características de la célula eucariota no existentes en las bacterias que se han identificado como procedentes de virus, más significativo aún es el hecho de que **la inmensa mayor parte de los genomas animales y vegetales está formada por virus endógenos que se expresan como parte constituyente de éstos** (Britten, R.J., 2004) y elementos móviles y secuencias repetidas derivadas de virus que se han considerado erróneamente durante años "ADN basura" gracias a la "aportación científica" de Richard Dawkins con su pernicioso libro "*El gen egoísta*" (Sandín, 2001; Von Sternberg, R., 2002). Entre éstas, los genes homeóticos fundamentales, responsables del desarrollo embrionario, cuya disposición en los cromosomas de secuencias repetidas en tandem revela un evidente origen en retrotransposones (capaces de hacer, con la ayuda del genoma, duplicaciones de sí mismos), a su vez derivados de retrovirus (Wagner, G. P. et al., 2003; García-Fernández, J., 2005). **Una de las funciones más llamativas es la realizada por los virus endógenos W, cuya misión en los mamíferos consiste en la formación de la placenta, la fusión del sincitio-trofoblasto y la inmunosupresión materna durante el embarazo** (Venables et al., 1995; Harris, 1998; Mi et al., 2000; Muir et al., 2004). Pero la cantidad, no sólo de "genes" sino de proteínas fundamentales en los organismos eucariotas (especialmente multicelulares) no existentes en bacterias y adquiridas de virus sería inacabable (Adams y Cory, 1998; Barry y McFadden, 1999; Markine-Goriaynoff et al., 2004; Gabus et al., 2001; Medstrand y Mag, 1998; Jamain et al., 2001), aunque, en ocasiones, los propios descubridores, llevados por la interpretación darwinista las consideran aparecidas misteriosamente ("al azar") en los eucariotas y adquiridas por los virus (Hughes & Friedman, 2003) a los que acusan de "secuestradores", "saboteadores" o "imitadores" (Markine-Goriaynoff et al., 2004) sin tener en cuenta que los virus en estado libre son absolutamente inertes, y que **es la célula la que utiliza y activa los componentes de los virus** (Cohen, 2008). Por eso, resultan absurdas las acusaciones, que estamos cansados de oír, de que los virus "mutan para evadir las defensas del hospedador". Las "mutaciones" se producen durante los procesos de integración en el ADN celular debido a que la retrotranscriptasa viral no corrige los "errores de copia".

En definitiva, e independientemente de la incapacidad para la comprensión de la **importante función de los virus en la evolución y los procesos de la vida** motivada por la asfixiante concepción reduccionista y competitiva de las ideas dominantes en Biología, los datos están disponibles en los genomas secuenciados hasta ahora. **En el genoma humano se han identificado entre 90.0000 y 300.0000 secuencias derivadas de virus.** La variabilidad de las cifras es debida a que depende de que se tengan en consideración virus completos o secuencias parciales derivadas de

virus. Es decir, también están en nuestro interior. **Cumpliendo funciones imprescindibles para la vida.** Pero también sabemos que **los virus endógenos se pueden activar y “malignizar” como consecuencia de agresiones ambientales** (Ter-Grigorov, et al., 1997; Gaunt, Ch. y Tracy, S., 1995).

Es decir, por más que la concepción dominante de la naturaleza, la que nos parecen querer imponer los interesados en la lucha contra ella, sea la de un sórdido campo de batalla plagado de “competidores” a los que hay que eliminar, lo que **nos muestra la realidad es una naturaleza de una enorme complejidad en la que todos sus componentes están interconectados y son imprescindibles para el mantenimiento de la vida.** Y que **son las rupturas de las condiciones naturales, muchas de ellas causadas por esta visión reduccionista y competitiva de los fenómenos de la vida, las que están conduciendo a convertir a la naturaleza desequilibrada en un verdadero campo de batalla en el que tenemos todas las de perder.**

El **peligroso avance de la resistencia bacteriana a los antibióticos** se puede considerar como el **más claro exponente de las consecuencias de la irrupción de la competencia y el mercado en la naturaleza,** pero hay otra consecuencia de esta actitud que nos puede dar una pista de hasta dónde pueden llegar si se continúa por este camino: Desde 1992 hasta 1999, el periodista Edward Hooper siguió el **rastro de la aparición del SIDA hasta un laboratorio en Stanleyville en el interior del Congo, por entonces belga, en el que un equipo dirigido por el Dr. Hilary Koprowski, elaboró una vacuna contra la polio utilizando como sustrato riñones de chimpancé y macaco.** El “ensayo” de esta vacuna activa tuvo lugar entre 1957 y 1960, mediante un método muy habitual “en aquellos tiempos”, la vacunación de más de un millón de niños en diversas “colonias” de la zona. Niños cuyas condiciones de vida (y, por tanto, de salud) no eran precisamente las más adecuadas. En un debate en el que el periodista expuso sus datos, Hooper fue vapuleado públicamente por una comisión de científicos que negaron rotundamente esa relación, aunque no se consiguió encontrar ninguna muestra de las vacunas. Parece comprensible que los científicos no quieran ni siquiera pensar en esa posibilidad. Desde entonces, se han publicado varios “rigurosos” estudios que asociaban el origen del sida con mercados africanos en los que era práctica habitual la venta de carne de mono o, más recientemente, “retrasando” la fecha de aparición hasta el siglo XIX mediante un supuesto “reloj molecular” basado en la comparación de cambios en las secuencias genéticas de virus. Lo que ni Hooper ni Koprowsky podían saber era que los mamíferos tenemos virus endógenos que se expresan en los linfocitos y que son responsables de la inmunodepresión materna durante el embarazo. En la actualidad, **Koprowsky es uno de los científicos con más patentes a su nombre.**

**Las barreras de especie son un obstáculo natural para evitar el salto de virus de una especie a otra. Son necesarias unas condiciones extremas de estrés ambiental o unas manipulaciones totalmente antinaturales para que esto ocurra.** Y todo esto nos lleva al cuestionamiento de de muchos conceptos ampliamente asumidos que, como ajeno profesionalmente al campo de la medicina, sólo me atrevo a plantear a los expertos en forma de preguntas para que sean ellos los que consideren su pertinencia:

Si tenemos en cuenta que las secuencias genéticas de los virus endógenos y sus derivados están implicadas en procesos de desarrollo embrionario (Prabhakar et al., 2008), se expresan en todos los tejidos y en muchos procesos metabólicos (Sen y Steiner, 2004), inmunológicos (Medstrand y Mag, 1998), **¿cuál es la verdadera relación de los virus con el cáncer o con las enfermedades autoinmunes? ¿son causa o consecuencia?** Es decir, **¿existen epidemias de cáncer o artritis o son los tejidos afectados los que emiten partículas virales** (Seifarth et al., 1995)?

Si tenemos en cuenta que la inmunidad es un fenómeno natural que cuenta con sus propios procesos para garantizar el equilibrio con los microorganismos del entorno, la introducción artificial de microorganismos “atenuados” o partes de ellos en el organismo **¿no producirá una distorsión de los mecanismos naturales incluyendo un posible debilitamiento del sistema inmune que favorecería la posterior susceptibilidad a distintas enfermedades?**

Y, finalmente, **si tenemos en cuenta que la existencia en la naturaleza de “virus recombinantes”**

**procedentes de dos especies diferentes es tan extraña que posiblemente sea inexistente debido a la extremada especificidad de los virus. ¿De dónde vienen esos extraños virus con secuencias procedentes de cerdos, aves y humanos?**

En el caso hipotético de que los verdaderos intereses de la industria farmacéutica fueran los beneficios económicos, **la enfermedad se convertiría en un negocio, pero las vacunas serían, sin la menor duda, el mejor negocio.** Ya hemos visto repetidamente hasta dónde pueden llegar las dos industrias que, junto con la farmacéutica, constituyen los mercados que más dinero “generan” en el mundo: la petrolera y la armamentística. Sería un duro golpe para los ciudadanos convencidos de que están en buenas manos comprobar que una industria aparentemente dedicada a cuidar la salud de los ciudadanos fuera en realidad otra siniestra máquina acumuladora de dinero capaz de participar en las turbias maquinaciones de sus compañeras de ranking como, por ejemplo, controlar prestigiosas organizaciones internacionales para favorecer sus propios intereses.

La concepción de la naturaleza basada en el modelo económico y social del azar como fuente de variación (oportunidades) y la competencia como motor de cambio (progreso) impone la necesidad de "competidores" ya sean imaginarios o creados previamente por nosotros y está dañando gravemente el equilibrio natural que conecta todos los seres vivos. Pero la Naturaleza tiene sus propias reglas en las que todo, hasta el menor microorganismo y la última molécula, están involucrados en el mantenimiento y regulación de la vida sobre la Tierra y tiene una gran capacidad de recuperación ante las peores catástrofes ambientales. El ataque permanente a los elementos fundamentales en esta regulación, la agresión a la “red de la vida”, puede tener unas consecuencias que, para nuestra desgracia, sólo podremos comprobar cuando la Naturaleza recobre el equilibrio.

### **Bibliografía**

- ▶ Adams, J.M. & Cory, S. 1998. The Bcl-2 protein family: arbiters of cell survival. *Science*, 28: 1322-1326.
- ▶ Alekshun M. N. and Levy S. B. 2007. Molecular Mechanisms of Antibacterial Multidrug Resistance. *Cell*, doi:10.1016/j.cell.2007.03.004.
- ▶ Barry, M. & MCFadden, G. 1998. Apoptosis regulators from DNA viruses. *Current Opinion Immunology* 10: 422-430.
- ▶ Bell, P. J. 2001. Viral eukaryogenesis: was the ancestor of the nucleus a complex DNA virus? *Journal of Molecular Evolution* 53(3): 251-256.
- ▶ Ben Jacob, E, Aharonov, Y. and Aspira, Y. (2005). Bacteria harnessing complexity. *Biofilms*.1, 239- 263.
- ▶ Britten, R. J. (2004). Coding sequences of functioning human genes derived entirely from mobile element sequences *PNAS* vol. 101 no. 48, 16825–16830.
- ▶ Brzuszkiewicz, E. et al., 2006. How to become a uropathogen: Comparative genomic analysis of extraintestinal pathogenic *Escherichia coli* strains. *PNAS*, vol. 103 no. 34 12879-12884.
- ▶ Cohen, J. (2008) HIV Gets By With a Lot of Help From Human Host. *Science*, Vol. 319. no. 5860, pp. 143 - 144
- ▶ Dawkins, R. 1993 : El gen egoísta. Biblioteca Científica Salvat.
- ▶ Fuhrman, J. A. 1999. Marine viruses and their biogeochemical and ecological effects. *Nature*,399:541-548.
- ▶ Gabus, C., Auxilien, S., Pechoux, C., Dormont, D., Swietnicki, W., Morillas, M., Surewicz, W., Nandi, P. & Darlix, J.L. 2001. The prion protein has DNA strand transfer properties similar to retroviral nucleocapsid protein. *Journal of Molecular Biology* 307 (4): 1011-1021.
- ▶ García-Fernández, J. (2005). The genesis and evolution of homeobox gene clusters. *Nature Reviews Genetics* Volume 6, 881-892.

- ▶ Gaunt, Ch. y Tracy, S. 1995. Deficient diet evokes nasty heart virus. *Nature Medicine*, 1 (5): 405-406.
- ▶ Gewin, V. 2006. Genomics: Discovery in the dirt. *Nature*. Published online: 25 January 2006; | doi:10.1038/439384a.
- ▶ Gupta, R. S. 2000. The natural evolutionary relationships among prokaryotes. *Crit. Rev. Microbiol.* 26: 111-131.
- ▶ Harris, J.R. 1998. Placental endogenous retrovirus (ERV): Structural, functional and evolutionary significance. *BioEssays* 20: 307-316.
- ▶ Howard, E. C. et al., 2006. Bacterial Taxa That Limit Sulfur Flux from the Ocean. *Science*, Vol. 314. no. 5799, pp. 649–652.
- ▶ Hughes, A.L. & Friedman, R. 2003. Genome-Wide Survey for Genes Horizontally Transferred from Cellular Organisms to Baculoviruses. *Molecular Biology and Evolution* 20 (6): 979-987.
- ▶ Jamain, S., Girondot, M., Leroy, P., Clergue, M., Quach, H., Fellous, M. & Bourgeron, T. 2001. Transduction of the human gene FAM8A1 by endogenous retrovirus during primate evolution. *Genomics* 78: 38-45.
- ▶ Lambais, M. R. et al., 2006. Bacterial Diversity in Tree Canopies of the Atlantic Forest *Science*, Vol. 312. no. 5782, p. 1917.
- ▶ Margulis, L. y Sagan, D. 1995. *What is life?*. Simon & Schuster. New York, London.
- ▶ Markine-Goriaynoff, N. & al. 2004. Glycosyltransferases encoded by viruses. *Journal of General Virology* 85: 2741-2754.
- ▶ Medstrand, P. & Mag, D.L. 1998. Human-Specific Integrations of the HERV-K Endogenous Retrovirus Family. *Journal of Virology* 72 (12): 9782-9787.
- ▶ Mi, S., Xinhua Lee, Xiang-Ping Li, Geertruida M. Veldman, Heather Finnerty, Lisa Racie, Edward Lavallie, Xiang-Yang Tang, Philippe Edouard, Steve Howes, James C. Keith & John M. Mccoy 2000. Syncytin is a captive retroviral envelope protein involved in human placental morphogenesis. *Nature* 403: 785-789.
- ▶ Mlot, C. 2009. Antibiotics in Nature: Beyond Biological Warfare. *Science*, Vol. 324. no. 5935, pp. 1637-1639.
- ▶ Muir, A., Lever, A. & Moffett, A. 2004. “Expression and functions of human endogenous retrovirus in the placenta: an update. *Placenta* 25 (A): 16-25.
- ▶ Pearson, H. 2006. Antibiotic faces uncertain future. *Nature*, Vol 441, 18, 260-261.
- ▶ Prabhakar, S. and Visel, A. (2008). Human-Specific Gain of Function in a Developmental Enhancer. *Science* Vol. 321. no. 5894, pp. 1346-1350.
- ▶ Sandín, M. 2001. Las “sorpresas” del genoma. *Bol. R. Soc. Hist. Nat. (Sec. Biol.)*, 96 (3-4), 345-352.
- ▶ Seifarth, W. et al., 1995. Retrovirus-like particles released from the human breast cancer cell line T47-D display type B- and C- related endogenous viral sequences. *J. Virol.* Vol 69 N° 10.
- ▶ Sen, CH-H. & Steiner, L.A. 2004. Genome Structure and Thymic Expression of an Endogenous Retrovirus in Zebrafish. *Journal of Virology* 78 (2): 899-911.
- ▶ Suttle, C. A. (2005). Viruses in the sea. *Nature* 437, 356-361.
- ▶ Ter-Grigоров, S.V., et al., 1997. A new transmissible AIDS-like disease in mice induced by alloimmune stimuli. *Nature Medicine*, 3 (1): 37-41.
- ▶ The Genome Sequencing Consortium 2001. Initial sequencing and analysis of the human genome.

Nature.409, 860-921.

- ▶ Venables, P. J. 1995. Abundance of an endogenous retroviral envelope protein in placental trophoblast suggests a biological function. *Virology* 211: 589-592.
- ▶ Villarreal, L. P. (2004). *Viruses and the Evolution of Life*. ASM Press, Washington.
- ▶ Von Sternberg, R. (2002). On the Roles of Repetitive DNA Elements in the context of a Unified Genomic-Epigenetic System. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 981: 154-188.
- ▶ Wagner, G. P., Amemiya, C. and Ruddle, F. (2003). Hox cluster duplications and the opportunity for evolutionary novelties. *PNAS* vol.100 no. 25, 14603–14606.
- ▶ Williamson, K.E., Wommack, K.E. and Radosevich, M. (2003). Sampling Natural Viral Communities from Soil for Culture-Independent Analyses. *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 69, No. 11, p. 6628-6633.
- ▶ Woese, C. R. (2002). On the evolution of cells. *PNAS* vol. 99 no. 13, 8742-8747.
- ▶ Zillig, W. y Arnold, P. 1999. Tras la pista de los virus primordiales. *Mundo Científico*. N° 200.
- ▶ [Fuente: UAM](#)

## Documentos adjuntos



[El origen de las especies: Charles Darwin, 1859](#)

## Palabras clave

- [Economía](#)
- [Vacunas](#)
- [Farmacéuticas](#)
- [Biología](#)
- [Evolución](#)

## **Entrevista a Máximo Sandín con motivo del bicentenario de Charles Darwin**



► Comenzando por el principio, ¿de dónde venimos y a dónde vamos?

*Responder a esta típica pregunta con respuestas tópicas es muy sencillo, pero el tema es muy complejo. Es una pregunta a la que sólo pueden responder con certeza los distintos tipos de predicadores que tanto proliferan últimamente en los medios de comunicación anunciando “la verdad revelada”. Los científicos no tenemos “la respuesta”. Sólo aproximaciones parciales basadas en datos empíricos, verificables. Y estos datos nos indican que las primeras manifestaciones de vida en la Tierra fueron en forma de bacterias, ya con sus virus (bacteriófagos o “fagos”, como se les denomina) asociados. Que, a partir de ahí, distintos procesos de fusión de genomas (en sentido amplio, es decir real, lo que incluye ADN, ARN y proteínas) de duplicaciones y remodelaciones genómicas han ido dando lugar a la una enorme diversidad de formas de vida, y que este proceso ha sido mediado por disturbios ambientales de diversa magnitud a los que los genomas, como se ha demostrado experimentalmente, son muy sensibles, porque tienen una gran capacidad de intercambio de información, de respuesta al ambiente.*

*Supongo (estoy convencido de) que esto sonará raro, y más si tenemos en cuenta que estamos envueltos en el aluvión de conmemoraciones del “año de Darwin”, pero aunque no ha llegado todavía a los libros de texto y, al parecer, a los científicos participantes en esta enorme celebración (yo diría que sospechosamente desproporcionada, en relación con otros grandes científicos y pensadores), se está gestando en distintos centros de investigación “básica” es decir, no comercial, una visión de la evolución y, por tanto, de la Naturaleza, radicalmente distinta de la que nos han inculcado en nuestros estudios y que refleja con mucha mayor fidelidad la enorme complejidad que muestran los últimos conocimientos biológicos. Se está comprobando que la evolución es un proceso de “multiniveles”, porque el mundo natural está estructurado en sistemas de creciente complejidad, en los que la simbiogénesis es un factor fundamental de innovación en la evolución. Estas características se engloban, se pueden reflejar mediante la “Teoría de sistemas” y requieren la generación de avanzadas técnicas de estudio y el uso de potentes algoritmos capaces de acercarse a la enorme complejidad de las interacciones moleculares que se producen en el más diminuto proceso biológico. Parece que en unos pocos años nos podremos situar a la altura de la Física, la Química y las Matemáticas, que nos habían dejado anclados en el Siglo XIX con “explicaciones” mágicas que valen para todo.*

*En cuanto “a donde vamos”, no se puede saber, pero las nuevas concepciones científicas nos*

*pueden dar alguna pista (que es la labor de la Ciencia): la evolución de los sistemas complejos es un proceso global que implica transformaciones acumulativas que experimentan cambios irreversibles. Cualquier cambio en una parte del sistema provoca ineludiblemente cambios correlativos en otras partes hasta lograr un nuevo tipo de estabilidad dinámica. Pero si la alteración (la desestabilización) es demasiado severa, los sistemas complejos tienen una reacción binaria: un “salto” en el nivel de complejidad o un derrumbe catastrófico. A vista de la situación del “ecosistema global” se supone que uno de los dos caminos es el que nos espera.*

► Este año es el 200 cumpleaños de Darwin, ¿qué significó este personaje para comprender a los seres vivos?

*Ante la avalancha de mitificaciones, medias verdades y mentiras completas que se pueden leer en las exaltaciones de la figura de Darwin en todo tipo de medios de comunicación, sería necesario un tratado de historia o de sociología o de filosofía para valorarlo. Pero hay otro medio más sencillo pero que, al parecer no se les ha ocurrido a muchos de sus veneradores: leer los textos de Darwin. Tanto “Sobre el origen de las especies por medio de la selección natural o el mantenimiento de las razas favorecidas en la lucha por la supervivencia”, resumido “oficialmente” con el título “El origen de las especies”, como muy especialmente “La ascendencia del hombre y la selección en relación al sexo” transformado en “El origen del hombre”, resultan muy explícitos sobre las verdaderas ideas y el verdadero nivel científico de Darwin. Con esto sería suficiente. Pero como, por algún motivo que habría que explicar, sus apologistas no parecen mostrar mucho interés en que se le lea intentaré, brevemente, situar a Darwin en su contexto real: era un victoriano acomodado en el sentido más típico (es decir en cuanto a la concepción de la sociedad, ideología y visión del Mundo) aficionado a la Naturaleza, cuya única titulación era la de “subgraduado” en Teología. Su aportación a “la comprensión de la Naturaleza”, la selección natural, se basó en la observación de la selección de animales domésticos “peculiares”, según nos cuenta en su libro, en el que dice que este aspecto había sido “descuidado por los naturalistas”, lo cual es fácil de explicar, porque los naturalistas, que equivalían a los actuales biólogos, sabían que la selección artificial de los ganaderos es exactamente lo opuesto a lo que sucede en la Naturaleza, en la que los individuos que habitualmente se reproducen son los normales, no los “extraños”. Cuando publicó su famoso libro “Sobre el origen de las especies, etc.”, la evolución llevaba siendo estudiada científicamente en Europa (sobre todo en Francia y Alemania) más de 100 años, y había estudios sólidos y muy bien encaminados, pero estos conocimientos estaban circunscritos al ambiente académico.*

*La gran celebridad del libro de Darwin pudo tener relación con sus dos conceptos básicos para su explicación de la Naturaleza: “la lucha por la vida” de Thomas Malthus y “la supervivencia del más adecuado” de Herbert Spencer, cuyas visiones de la sociedad eran cualquier cosa menos filantrópicas. Los científicos de la época conocedores de la evolución no aceptaron, en su gran mayoría, estos planteamientos como explicación de la Naturaleza. Pero en una época de máximo esplendor de la revolución industrial y de la expansión colonial británica, tuvieron una magnífica acogida social como explicación “científica” de la situación. La consecuencia de esto es que, durante 150 años, envuelta en la hegemonía científica y cultural anglosajona, ha arraigado en el ámbito científico y social una concepción distorsionada de la Naturaleza (y de la sociedad) en las que reinan “el azar” y la competencia como motor de cambio (o “progreso”) dirigidas por algo tan misterioso y omnipotente como la selección natural (y “la mano invisible del mercado”, respectivamente) y en las que el premio es para “los más aptos”. Y el recurso al poder omnímodo de la selección natural para dar por explicados fenómenos complejos ha sido un obstáculo científico, un retraso para comprender lo que realmente hay en el fondo de esos fenómenos. Un obstáculo que se acentuó en los años 30 del siglo pasado con la invención de la llamada Síntesis “moderna”, una simplificación matemática basada en una idea simplista y errónea de la transmisión de la información genética y totalmente alejada de los fenómenos biológicos, con el único fin de mantener la idea de la selección natural, que era muy cuestionada por los evolucionistas.*



*Ahora, dejo que sea el lector el que responda a la pregunta.*

► Decía Theodosius Dobzhansky que: “Nada tiene sentido en Biología si no es a la luz de la Evolución”. ¿Hasta qué punto influye la evolución en la vida diaria?

*Hasta un extremo que, probablemente, Dobzhansky no podría imaginar. Por lo que he podido observar, para la mayoría de las personas interesadas en la evolución (y para muchos biólogos) el estudio de la evolución es algo “muy interesante”. Algo que intenta responder a nuestra curiosidad por conocer “cuál es nuestro lugar en la Naturaleza”. Y, efectivamente, desde el punto de vista darwinista, desde el punto de vista de la evolución concebida como una serie de sucesos “al azar” se queda en eso, una “narración” contingente no susceptible de estudio científico, porque son sucesos no reproducibles ni falsables. Pero el estudio científico de la evolución no está encaminado sólo a saber “cómo ha sido”, sino que la comprensión de los procesos que han intervenido en ella nos debe llevar a comprender la Naturaleza en la actualidad. En el aspecto más general nos muestra que la idea del “azar”, que es en realidad desconocimiento, y la competencia como impulsora de la evolución son una caricatura de las ideas rectoras del “libre mercado”. Un científico debe elevarse sobre observaciones tan simples como que los ciervos “compiten por las hembras” o que los guepardos matan gacelas. Eso no tiene la menor relación con los cambios genéticos, embriológicos, morfológicos en suma, relacionados con la evolución. Los estudios sobre el resultado de estas interacciones entre los seres vivos de un ecosistema mediante modelos matemáticos nos indican que existen interdependencias de distintos niveles entre todos ellos, y que todos son imprescindibles, desde los números astronómicos de bacterias y virus del suelo y el mar hasta el último carroñero, para mantener el equilibrio. Que es el orden y no la competencia lo que rige los sistemas biológicos.*

*Desde el punto de vista práctico las implicaciones de los nuevos datos son enormes. Por ejemplo, las bacterias y los virus son considerados, en la visión convencional, patógenos, “competidores” que hay que eliminar. Esta visión proviene de que se descubrieron por el hecho de que provocaban enfermedades. Pero ahora se sabe que su condición de patógenos es extraordinariamente minoritaria y que se produce cuando alguna “agresión” ambiental altera sus actividades normales o naturales. Que han sido fundamentales en la evolución de la vida y que vivimos inmersos (en nuestro interior y en nuestro exterior) en un mar de bacterias y virus que cumplen (entre otras cosas) una labor fundamental en los ecosistemas y que son esenciales para el mantenimiento de la vida. Me temo que este no es lugar ni el momento adecuado para hablar de la implicación de los nuevos conocimientos en muchos problemas no resueltos (incluso creados) por la visión convencional. Sería demasiado largo y me temo que me estoy alargando excesivamente en las respuestas, pero tiene implicaciones en problemas como el peligroso aumento de la resistencia bacteriana a los antibióticos, el origen y la verdadera condición del SIDA, de la relación de los virus con el cáncer y el cáncer en general, de los problemas planteados por las vacunas, de la medicina convencional en general ... Ya lo he argumentado con más extensión en otros sitios.*

► Si se reconoce la evolución del ser humano, con toda la información que se posee cada vez más gracias al descubrimiento del genoma humano, ¿cómo pueden convivir el evolucionismo y el diseño inteligente?

*El evolucionismo, es decir, el estudio científico de la evolución no tiene nada de qué debatir con la supuesta “teoría” del diseño inteligente. La actividad científica consiste en buscar explicaciones de los fenómenos naturales basadas en datos empíricos, verificables. Y normalmente, cuando se profundiza en los conocimientos se observa que los fenómenos naturales se muestran cada vez más complejos, más difíciles de explicar de una manera simple. No hay más que ver los fenómenos que explican la mecánica cuántica y la relatividad. Pues los fenómenos biológicos son más complejos que los puramente físicos, porque incluyen autoorganización, comunicación con el ambiente y reproducción. Lo que es absurdo desde el punto de vista científico es atribuir lo que no podemos explicar (por el momento) a un “diseñador”. La tarea de la Ciencia es llegar hasta donde nos lleven los datos y las técnicas disponibles y esperar que nuevos datos o métodos nos permitan*

*seguir avanzando, como ha pasado siempre. Los últimos conocimientos y métodos eran imprescindibles hace unos pocos años, y hay mucho que trabajar sobre ellos.*

*Otra cuestión, que parece que es por la que pregunta, es el debate que se ha importado desde Estados Unidos entre el movimiento creacionista de raíz conservadora y basada en la interpretación literal de la Biblia y los darwinistas. Es un debate más lógico, porque enfrenta dos poderes “sobrenaturales”. Se podría comparar con un debate entre dos sectas de una misma religión. Enfrenta dos ideas que, en el fondo, tienen la misma esencia y el mismo poder, el de explicar lo inexplicable, desde la existencia de los genes homeóticos que controlan el desarrollo embrionario, hasta la regulación génica o los fenómenos epigenéticos... todo existe porque “ha sido seleccionado”. Si uno se cree realmente lo que ha llegado a ser (en lo que han convertido a) la selección “como la de los ganaderos” acaba por construirle un templo. Es capaz de crear la vida, destruirla, dirigir el rumbo de la Naturaleza (Hombre incluido) elaborar los más recónditos y complejos fenómenos moleculares y procesos bioquímicos ... Todo lo que no se puede conocer en profundidad, ha sido “creado” por la selección natural. Lo que resulta divertido visto desde fuera es que, en el fondo, los conservadores creacionistas y los darwinistas no sólo comparten la idea de un poder superior como explicación de la naturaleza, sino todo un conjunto de principios y valores culturales e ideológicos que podríamos enumerar con toda nitidez. Pero este es un tema de estudio para historiadores, sociólogos o filósofos. No afecta en absoluto a la práctica científica, que sigue su camino.*

*La única relación que puede tener este debate con la Ciencia es que los darwinistas, que se han lanzado a él con auténtico entusiasmo, lo utilizan para sembrar dudas sobre el carácter de “creacionista encubierto” de cualquier biólogo que intente rebatir científicamente el darwinismo y han trasladado a los medios de comunicación (por cierto, con mucho éxito) la falacia de que el que no es darwinista es creacionista, porque las críticas al darwinismo son “un ataque a la evolución”. Busquen en Internet el caso de Richard Dawkins y Richard Milton. Es muy significativo. Pero tengo la impresión de que esta es “la última pataleta” de los darwinistas para mantener su concepción que es más bien una creencia y que puede entorpecer algo el avance de los nuevos conocimientos, pero es ineludible un cambio en la concepción de los fenómenos de la vida (y muy necesario, dada la situación por la que atraviesa nuestro planeta).*

► *¿En qué punto se ve dónde acaba una especie y empieza otra? Es decir, ¿cómo un biólogo percibe cómo una especie procede de otra? ¿Cómo sabe quién precede a quién?*

*Antes de contestar a esta pregunta creo conveniente aclarar una confusión que deriva del título de la obra de Darwin “Sobre el origen de las especies ....”. El origen de las especies es la especiación, una pérdida de interfecundidad sin cambios morfológicos sustanciales, es decir un aumento de variabilidad dentro del mismo patrón morfológico básico, pero esto no es evolución. Claro que Darwin no tenía muy claro que estaba hablando de evolución. Esta palabra no aparece hasta la sexta edición de su libro, a sugerencia de Huxley que era bastante más brillante que él (como él mismo reconoce en su autobiografía). La especiación no es “el primer paso para la evolución”, porque en el registro fósil hay miles de especiaciones observadas sin ningún otro cambio sustancial y cuando desaparecen lo hacen con una forma muy semejante a cuando aparecieron. La evolución implica cambios de organización corporal, y esto se produce mediante cambios en los programas de desarrollo embrionario. No puede producirse por acumulación de “pequeñas variaciones imperceptibles”. Hay una disciplina relativamente nueva, la Evo-Devo (evolución y desarrollo) que está obteniendo conclusiones muy interesantes al respecto.*

*Como esto me parece la parte fundamental de la respuesta, resumiré el problema que me plantea. Los métodos para conocer la relación entre distintas especies son, fundamentalmente, el registro fósil, que muestra dónde acaba una y comienza su (o sus) descendiente, la sistemática cladística, que estudia semejanzas y diferencias morfológicas mediante análisis matemáticos multifactoriales y los datos procedentes de los genomas secuenciados, pero estos dos últimos nos informan sobre una mayor o menor proximidad, no sobre descendencia.*

► ¿Qué es lo que impulsa el proceso evolutivo?

*Según las últimas aproximaciones (ya mencionadas) al estudio científico de la evolución, los fenómenos que componen la vida, desde las células, los órganos y tejidos, los organismos, las especies y los ecosistemas, hasta la totalidad del ecosistema global que constituye la Tierra, están organizados en sistemas jerárquicos e interconectados cuyas propiedades y, por tanto su evolución responden a los conceptos de la Teoría General de Sistemas de von Bertalanffy: Según ésta, un sistema se define como un conjunto organizado de partes interactuantes e interdependientes que se relacionan formando un todo unitario y complejo. Entre los distintos tipos de sistemas, los seres vivos se ajustan a las características de los llamados "sistemas orgánicos u homeostáticos" (capaces de ajustarse a los cambios externos e internos) y están organizados en subsistemas que conforman un sistema de rango mayor (macrosistema). Los sistemas complejos adaptativos son muy estables y no son susceptibles a cambios en su organización, pero como mencioné anteriormente, ante un desequilibrio suficientemente grave, su respuesta es binaria: un colapso (derrumbe) catastrófico o un salto en el nivel de complejidad (debido a su tendencia a generar patrones de comportamiento global). Es decir: adaptación (ajuste al entorno) y evolución (cambio de organización) constituyen procesos diferentes.*

*La evolución parece corresponder a una tendencia muy general en la Naturaleza, apta para configurar sistemas abiertos, es decir, sistemas que tienen el potencial de intercambio de información con el exterior y de producir niveles emergentes y extensivos de organización, pero necesariamente basados en los establecidos con anterioridad. Se podría decir que la evolución es una propiedad intrínseca a la vida, como algo inevitable, consecuencia de sus características.*

► ¿Es realmente la evolución egoísta como afirmaba Richard Dawkins?

*Hay un libro muy interesante, "Las manchas del leopardo" de Brian Goodwin en el que éste, desde la perspectiva de un anglosajón (es decir, conocedor de qué habla) nos disecciona meticulosamente el componente cultural, concretamente calvinista, de concepciones como que "el egoísmo individual lleva al bien general". La "ocurrencia" de Dawkins sobre que es el egoísmo del "gen" lo que hace funcionar a la naturaleza es una transcripción literal de la de Adam Smith, creador de la encantadora y filantrópica teoría del "libre mercado". Según ésta, es el egoísmo del panadero o del cervecero el que hace funcionar a la sociedad. Pero si leemos el famoso libro de Dawkins "El gen egoísta", podremos comprobar cómo lleva estas concepciones al límite de lo paranoico. Unas "explicaciones" de las relaciones entre los seres vivos, especialmente los humanos, entre padres e hijos, que parecen revivir las de un director loco de un hospicio de las novelas de la época victoriana.*

*Lo que resulta incomprensible (aunque en la cultura anglosajona quizás no lo sea tanto) es la aceptación que tuvo la idea, que algunos siguen manteniendo, de que el ADN es "egoísta". El ADN no es competitivo, ni triunfador, es una molécula que por sí sola es inerte (actualmente se puede comprar y es una especie de masa viscosa) y su actividad depende de complejas interacciones con otras moléculas, fundamentalmente, ARN y proteínas, y en un medio convenientemente delimitado (aunque no aislado) del exterior. Con los conocimientos actuales sobre la funcionalidad del genoma no creo que merezca la pena perder un segundo más hablando de esta "teoría". Lo que sí quisiera mencionar es que ha sido un lastre más en el estudio de la genética en particular y de la evolución en general. La idea de que el ADN dirigido por su egoísmo y por la competencia con "otros genes" tendía a "expandirse por el genoma" llevó a la concepción de que los elementos repetidos y otros componentes que constituyen el 98,5% de la totalidad del genoma y en los que están las verdaderas claves para explicar las diferencias entre los organismos, era ADN "basura" o "chatarra", y, por tanto quedó durante muchos años fuera del foco de estudio. En algún sitio he escrito que la "teoría" del gen egoísta ha sido la segunda gran catástrofe de la historia de la Biología. También he leído en revistas científicas anglosajonas ácidas críticas a esta "narración neodarwinista" como responsable de esta obstrucción al progreso de los conocimientos.*

*Lo que sí es significativo es que la actividad de Dawkins se ha centrado últimamente de un modo*

*exclusivo en el debate creacionismo-darwinismo (evolución en su astuta denominación), y a “demostrar científicamente” la inexistencia de Dios, lo que no tiene el menor sentido. Incluso al patrocinio de autobuses con simpáticos lemas de su propio bolsillo. Es posible que se dedique a esto para no tener que discutir con científicos sobre su teoría ...*

► *¿Crees que los avances en la investigación del ADN permitirán dar un paso en la evolución de las especies?*

*Intuyo que esta pregunta se refiere a que si los avances en el conocimiento de los genomas nos permitirán “controlar” o “dirigir” la evolución, porque he leído afirmaciones de este tipo emitidas por algunos científicos en los medios de comunicación (he leído cosas tan absurdas como que “cambiando los genes” se podrá alargar la vida, crear gente más inteligente y productiva, incluso insertar los genes con los que las lagartijas regeneran la cola para regenerar miembros amputados). Mi respuesta es No. Para abreviar mis largas y probablemente aburridas respuestas voy a limitarme a transcribir literalmente la explicación de los expertos que han realizado el análisis de la máxima resolución alcanzada hasta ahora sobre los mecanismos de regulación y control de los genomas, el proyecto ENCODE: “los genes tienen muchas formas alternativas y un mismo gen puede dar lugar a proteínas distintas dependiendo de cómo se combinen las distintas regiones. Estas regiones del genoma analizadas están muy interconectadas unas con otras, mientras que la idea que tenían hasta el momento los científicos era que los genes estaban claramente delimitados. En el genoma, todo un conjunto de instrucciones dictan cómo son las características de los seres vivos. Los científicos no sabemos muy bien cómo leer esas instrucciones y qué regiones del genoma son las que realmente codifican esas instrucciones. La mayor parte del genoma tiene actividad es decir, no está “silencioso”, lo que echa por tierra la idea de que una gran parte del ADN sería algo así como “basura”, sin función alguna”. No parece necesario argumentar que lo razonable sería esperar a conocer cómo se controla realmente la información genética antes de manipular y alterar procesos que no podemos controlar (como se ha comprobado repetidamente). Eso, en el caso de que realmente el camino sea intentar cambiar supuestos “genes” defectuosos y no sea más razonable investigar por qué se han producido esas alteraciones para evitarlas. Creo que el problema de fondo es que se han invertido enormes sumas desde grandes empresas privadas en investigaciones enfocadas con fines comerciales, cuyos planteamientos estaban basados en la antigua concepción del “gen” como una entidad independiente (y quizás esto esté detrás del gran apoyo mediático a la concepción darwinista de la Naturaleza). He leído a un prestigioso experto en este campo la afirmación de que las manipulaciones genéticas “al azar” no son más que la aceleración de los procesos que se producen en la Naturaleza. También a otro prestigioso y premiado experto afirmar que cambiar genes es algo “trivial”. El problema es que se refería a cambiarlos en una mosca del vinagre, cuyos problemas provocados por este cambio no importan demasiado y que normalmente muere enseguida. Pero ya hemos tenido suficientes ejemplos de muertes de pacientes (en algún caso muy jóvenes) en experimentos de “terapia génica”, de supuestos contagios de SIDA a pacientes sometidos a estos, también supuestos, cambios de “genes” e incluso a la petición, por parte de los “especialistas” en este campo, de que no se informara de las muertes de pacientes sometidos a “terapia génica”.*

*Me temo que a los biólogos que estamos en contra de estas manipulaciones no nos queda otra alternativa (dada la inferioridad de condiciones con respecto a las grandes empresas, y los que trabajan para ellas, para hacer llegar a la población estos problemas) que esperar a que se derrumben sus acciones en la Bolsa por falta de resultados. El problema es que cabe la posibilidad de que alguna de estas manipulaciones sin control produzca algún desastre.*

► [Fuente](#)

(25 de setiembre de 2009)



[Desmontando a Darwin - Entrevista Máximo Sandín](#) by [ALISH PLUS](#) 21-03-2010

Máximo Sandín es Doctor en Ciencias Biológicas y en Bioantropología, y ejerce como profesor de Evolución Humana y Ecología en el Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Madrid. Según él, el darwinismo se ha convertido en una especie de religión, en una justificación del sistema económico vigente. La teoría de "La Selección Natural" por la cual los más fuertes son los más aptos y los únicos que deben sobrevivir, justifica la creencia de que debemos vivir constantemente en competencia. Para Sandín, la naturaleza es algo de una enorme armonía donde no hay basura en los genomas ni virus o bacterias asesinos. **Contenido:** El Darwinismo como justificación del sistema existente 00'42" - La Eugenesia 08'30" - ¿Por qué no es factible la selección natural? 14' - ¿Los genes son egoístas? 16'30" - ¿Qué es un gen? 18'47" - ¿Qué son las bacterias? 20'55" - ¿Son peligrosos los virus? 23'32" - ¿Cuál es el origen de la vida? 34'04" - ¿En qué estado está la biología ahora mismo? 40'33" - Web de Máximo: [uam.es/maximo.sandin](http://uam.es/maximo.sandin) -ALISH: [TimeForTruth.es](http://TimeForTruth.es)



[Dr. Máximo Sandín - La Lucha contra bacterias y virus: una lucha autodestructiva](#) by [MIZAR-PETRUS](#), 13-11-2009  
Conferencia en Biocultura Madrid sobre el mundo de los microorganismos. El sonido no es muy bueno debido al sonido ambiente del momento. Disculpas ... Organizada por la Liga para la libertad de vacunación: [vacunacionlibre.org](http://vacunacionlibre.org)



**Conferencia de Máximo en Barcelona el 26/3/10: "*Darwinismo, Ciencia Y Poder*" organizada por Lighthousebcn: [vimeo.com/11445950](https://vimeo.com/11445950) by Joan D Resumen de la Conferencia:** "El creciente control de la investigación biológica por parte de las grandes industrias farmacéuticas y biotecnológicas y la concepción de la investigación científica como una actividad con fines económicos orientada al servicio del mercado está conduciendo a una situación de desconexión entre la llamada investigación aplicada, basada en la concepción de la Naturaleza reduccionista y competitiva del darwinismo, que se ha convertido en mayoritaria, y la investigación básica, es decir, la verdadera investigación científica. La manipulación de procesos biológicos insuficientemente conocidos con fines comerciales puede tener consecuencias catastróficas imposibles de controlar. Los datos procedentes de la investigación básica nos han mostrado que vivimos inmersos, en nuestro interior y en exterior, en los mares y en los suelos, en un inconcebible número de virus y bacterias que cumplen funciones esenciales para la vida. Que los genomas de los seres vivos contienen una gran cantidad de secuencias procedentes de virus que se expresan en todos los tejidos y órganos en procesos fundamentales, entre ellos el desarrollo embrionario. Por esto, cuando nos informan de que las vacunas se elaboran cultivando los virus en embriones de pollo o en cultivos celulares, cuando sabemos que los organismos transgénicos se elaboran introduciendo los "genes" pertenecientes a otros organismos mediante virus y otros elementos móviles de los genomas, la inquietante pregunta que surge es si los que realizan esta manipulaciones saben realmente lo que están haciendo. Pero la inquietud es aún mayor cuando se llega a la conclusión de que los poderosos magnates que controlan y dirigen estas actividades sí saben lo que están haciendo."

# Zeteticismo

El Zeteticismo es la aproximación crítica, no dogmática, pero con mente abierta y curiosa sobre diversos fenómenos, teorías e hipótesis no ortodoxas dentro de la ciencia. El zetético busca examinar objetivamente la mejor evidencia que puedan ofrecer esas teorías heterodoxas. Aquí ofreceremos nuestro punto de vista sobre diversos temas y procuraremos asumir la posición "zetética" sobre los más variados tópicos: científicos, filosóficos, sociales y personales.

**domingo 5 de octubre de 2008**

## Máximo Sandín aboga por una nueva biología científica que supere el debate neo-darwinismo vs. diseño inteligente (Entrevista)

Lo que sigue es una entrevista realizada recientemente al [Dr.Máximo Sandín](#) sobre su novedoso trabajo científico en biología (sobre el Dr.Sandín, ya hemos hablado en [otra ocasión](#)). A través del correo electrónico, le solicité al Dr.Sandín esta entrevista especialmente para mi blog, y él tuvo la amabilidad de acceder a ella. Espero que los lectores de mi blog disfruten de esta entrevista, y reflexionen sobre su contenido.

### **1-¿En qué consiste su nueva propuesta y qué importancia tiene para el estudio de las ciencias biológicas actuales?**

**Sandín:** Antes de nada quisiera agradecerle su apoyo a mi trabajo y esta oportunidad que me brinda de expresarme sin necesidad de formalismos. Esto me va a servir para decir claramente algo de lo que no me cansaré en insistir; que no creo que sea exactamente una propuesta nueva. Es, en todo caso, una síntesis de propuestas. Casi todo lo que planteo ya está dicho. Lo que tiene de nuevo son los datos recientes y el hecho de que estos datos aportan coherencia a estas propuestas que, en su origen, eran independientes entre sí y, tal vez, la reflexión sobre su significado conjunto, que puede ser correcta total o parcialmente, pero creo que no es totalmente errónea.

Lo que he hecho ha sido comprobar que muchos de los datos actuales sobre los sucesos más trascendentales de la evolución se ajustan a ideas de científicos más cualificados que yo, pero que han sido incomprendidos, incluso atacados en su tiempo, y al relacionarlas entre sí resulta una explicación coherente (aunque, seguramente incompleta) y basada realmente en datos empíricos. No es sencillo (diría más, es imposible) explicar la idea en pocas palabras, porque, lógicamente, la explicación de un problema tan complejo como la evolución de la vida no puede ser simple, pero los rasgos generales que resultan de estos datos son, en primer lugar, que la vida apareció en la Tierra en forma de bacterias y virus (fagos) antes de que acabase de formarse, lo que indica que puede ser inherente al Universo (una propiedad más de la materia) y se puede propagar a través de él y “germinar” donde las condiciones sean adecuadas. Esto fue planteado por el químico sueco Svante Arrhenius a principio del siglo pasado. En segundo, que los seres vivos están formados por una agregación de información genética procedente de bacterias y virus, lo que actualmente se puede verificar por la composición de los genomas. Esta idea de la “simbiogénesis” fue propuesta por Konstantin Merezhkovsky, también a principios del siglo pasado, aunque referida sólo a bacterias, y retomada por Margulis, pero el astrónomo galés Alfred Hoyle fue el que propuso que los virus, con su capacidad para integrarse en los genomas, podrían ser un mecanismo de adquisición de nuevos genes. Esta composición de los genomas en sentido amplio, es decir, ADN, ARN y proteínas, que se ha podido comprobar tras las secuenciaciones de los de distintos organismos, explica, tanto los saltos reales de organización animal y vegetal que se observan en el registro fósil, como la capacidad de respuesta de los organismos al ambiente.

Es decir, que los cambios en los genomas no son “al azar”, sino producidos como respuesta a las condiciones ambientales, a veces, graves crisis a escala global, y se manifiestan, por ejemplo, en activaciones (duplicaciones, translocaciones...) de “elementos móviles” derivados de virus así como de virus endógenos, es decir integrados como parte constituyente en los genomas. El interés que yo encuentro en esta visión es que la evolución, es decir, la base teórica de la Biología, puede pasar de ser una “narración contingente” es decir no susceptible de estudio científico ya que supuestamente se trataría de sucesos ocurridos “al azar”, a poder ser estudiada y comprendida científicamente, porque esta propuesta está basada en datos verificables. Pero sobre todo supone un cambio radical en la concepción reduccionista y competitiva de la Naturaleza, porque el significado de los fenómenos que han construido la vida, es todo lo contrario: es de integración, de cooperación en un proceso en el que todos los componentes son necesarios para su funcionamiento y de estrecha relación e interacción con el ambiente. Los datos recientes nos han mostrado que vivimos inmersos (literalmente) en un mar de bacterias y virus que son (siguen siendo) fundamentales en el mantenimiento de “la red de la vida”. Que su carácter patógeno se produce cuando alguna agresión altera las condiciones naturales de sus actividades.

## **2-En caso de ser correcta su propuesta, ¿tiene ella implicaciones o relevancia para otras áreas de la ciencia, por ejemplo, la medicina?**

**Sandín:** La medicina actual dispone de una tecnología impresionante para el diagnóstico y para la cirugía, pero desde el punto de vista del tratamiento, de la curación de enfermedades orgánicas parece un auténtico desastre. Se tratan los síntomas (no la enfermedad) con medicamentos que provocan efectos secundarios, a menudo peores que la enfermedad tratada (y de ambos aspectos he tenido experiencia directa). En el origen de este problema hay una doble causa: por una parte, la concepción reduccionista de considerar y tratar los tejidos y órganos como partes individuales del organismo, derivada de la visión biológica convencional (lo que incluye la concepción de lucha permanente contra todos los “microorganismos”), pero creo que hay otra causa más turbia: los enormes intereses económicos que hay detrás de la industria farmacéutica. Pero esto sería largo de documentar.

En cuanto a las implicaciones de mi propuesta en la medicina, no soy experto en patologías y menos en su tratamiento, pero puedo intuir la relación con ella mediante la idea de que las patologías no son un fenómeno “normal” ni inscrito en los genes, sino el resultado de desestabilizaciones de las condiciones naturales, de algún tipo de agresión al organismo lo suficientemente grave para hacer que éste, a pesar de su capacidad de respuesta, de “reajuste”, no pueda reaccionar adecuadamente. También que el organismo es un “todo”, un sistema sutilmente interconectado en su totalidad. Una conexión en la que el sistema neuroendocrino tiene un papel fundamental. No existe un hígado como algo individual. Un órgano no es nada (no existe) si no hay otros que funcionen en interconexión para formar un organismo, a su vez interconectado con otros organismos y con el ambiente (en la Naturaleza no existe, no puede existir, un animal sólo, salvo como abstracción o en un zoológico).

En varias ocasiones se han puesto en contacto conmigo seguidores del Doctor Hamer y su Nueva Medicina. Por lo que he podido leer sólo de un modo superficial, parece que su visión de la enfermedad y su curación comparte esta concepción de la Naturaleza, pero, según he comprobado, no está muy bien visto por las autoridades de la medicina convencional. Supongo que es utópico pensar que se puede “volver” a esa forma de práctica de la medicina. Creo que la industria farmacéutica no la miraría con simpatía.

## **3-¿Cual cree usted que son las fallas básicas de la teoría sintética de la evolución?**

**Sandín:** La más relevante, y es “básica” porque está en la base de la teoría, lo que implica a toda ella, es su absoluta desconexión de la realidad, de la Naturaleza. Esta desconexión comienza con la formulación del concepto de selección natural. Sólo a un naturalista aficionado se le puede ocurrir intentar explicar fenómenos naturales extrapolando algo tan evidentemente contrario a lo que se produce en la Naturaleza como la selección premeditada que los ganaderos y agricultores aplican a animales y plantas, eligiendo animales o plantas anómalos, a veces, hasta el punto de ser totalmente inviables en condiciones naturales, y eliminando o no dejando reproducirse a los que son normales, sanos y perfectamente viables.

Ya he escrito en varias ocasiones que la explicación del éxito y el afianzamiento de esta concepción, de “la lucha por la existencia” y de “la supervivencia del más apto”, la han dado con gran lucidez y con argumentos muy sólidos ilustres pensadores, desde Bertrand Russell a Nietzsche, pasando por Bernard Shaw, pero lo que resulta pasmoso es conocer cómo se construyó la Síntesis “moderna” que, se supone, es la base teórica actual de la Biología. Cuando los conocimientos en genética de principios del siglo XX, comenzaron a cuestionar la idea de cambio gradual, imprescindible para la actuación de la selección natural, el matemático G. H. Hardy, profesor en Cambridge, escribió, (al parecer, en el puño de la camisa mientras comía) a petición de R. C. Punnett, un ferviente darvinista, la “solución” (la fórmula  $p + q = 1$ ) al problema que los genetistas planteaban sobre la imposibilidad de que una mutación aleatoria, que son extremadamente infrecuentes, se extendiera a toda la especie.

Basada en cálculo aleatorio simple, partió de la base de que cada “gen” producía directamente un carácter con dos alelos, uno dominante de frecuencia  $p$  y otro recesivo ( $q$ ) y de que los genes eran entidades discretas situadas en los cromosomas como las cuentas de un collar. Es lo que se llamó la “genética de la bolsa de alubias”, es decir, el cálculo de las probabilidades de que en una bolsa con la mitad de alubias blancas y la otra negras, se sacase uno de un color u otro. Al parecer, Hardy se negó a publicar la hipótesis porque le pareció demasiado simplista, pero los darvinistas se abalanzaron sobre ella como tabla de salvación de la idea de la selección natural actuando sobre pequeñas variaciones, concepción cuestionada por los genetistas, que ya sabían que la transmisión de los caracteres fenotípicos era más compleja.

Pero si esta “ocurrencia” está alejada de la realidad, lo que no comprendo es cómo han podido asumir biólogos que estudian, que observan la Naturaleza real, las condiciones que, supuestamente, se han de cumplir para que las fórmulas “funcionen”: que el número de individuos de la especie tienda a infinito, que todos ellos tengan la misma posibilidad de cruzarse unos con otros, que se reproduzcan sólo una vez (los pobres) y desaparezcan... simplemente absurdo. Es decir, siempre fue una supuesta explicación elaborada con fórmulas matemáticas al margen de la Naturaleza. Para un biólogo resulta desconcertante pensar en ello. En cómo se hizo y cómo se ha impuesto una explicación totalmente desconectada de la realidad con el claro objetivo de mantener la idea de la selección natural. Pero algún motivo habrá...

#### **4- ¿Apoya su teoría alguna versión del creacionismo o del llamado diseño inteligente? ¿Qué opina usted de este tema?**

**Sandín:** Esta es una de las pocas cosas que tengo absolutamente claras. No existe la menor relación entre la ciencia y la religión. Son dos creaciones del pensamiento humano totalmente distintas. Por sus objetivos, por su metodología, no tienen nada en común. Según creo entender, la religión (en su práctica o concepción más “pura”, porque hay algunas prácticas y objetivos “oficiales” que no lo son tanto) busca una explicación trascendente, metafísica a las preguntas o dudas existenciales. Algunas, porque creo que no todas, pretenden estar en posesión de La Verdad (por cierto, como los darvinistas). La ciencia se limita, más modestamente, a intentar buscar explicaciones verificables experimentalmente a fenómenos naturales, materiales. Claro que su pretensión última sería disponer



de una explicación “total”, pero como sabemos los científicos eso es muy difícil. Tal vez imposible. Sólo hay que mirar a los físicos, cuyas teorías de la Relatividad y la Mecánica Cuántica han alcanzado el máximo nivel de precisión en la descripción de la realidad conocido hasta ahora y todavía están buscando una teoría unificadora que les de coherencia.

En cuanto a la “teoría” del diseño inteligente, no la considero dentro del ámbito de la ciencia, porque su “explicación” está fuera de la práctica científica empírica. Un científico tiene que llegar hasta donde le lleven los datos disponibles, y si hay cosas que no se pueden explicar, lo razonable y basado en experiencias previas es esperar a que nuevos datos o nuevas metodologías o investigaciones aporten más información. Pero eso no quiere decir que, en su vida personal, no pueda tener las creencias que considere oportunas. Una confesión personal que espero que aclare algo al que le pueda interesar: Mis dos amigos que considero más inteligentes son “creyentes”, cada uno a su manera. Pero tienen claro que la Ciencia no tiene ninguna relación con sus creencias. Es decir, que no creo que sea una cuestión de mentes simples, y de eso ha habido suficientes ejemplos. Yo me considero agnóstico, porque creo que autodefinirse ateo es perfectamente equiparable, en cuanto a argumentos y a supuestas “pruebas” a ser un creyente acrítico, porque así como no existen pruebas empíricas a favor de unos tampoco las hay a favor de los otros, es decir, no se puede “demostrar”, llegar a una conclusión racionalmente, y porque, insisto, no se trata de un tema científico (por cierto, la “cruzada” de Dawkins me parece patética).

Lo que sí es cierto es que mis amigos me dan una cierta envidia, porque quizás sus convicciones expliquen, de alguna manera, lo extraordinariamente buenas personas que son.

### **5-¿Tiene apoyo científico su nueva teoría?**

**Sandín:** Esta pregunta puede tener una doble respuesta. Si se interpreta como referida a que (mi propuesta) esté apoyada en datos científicos, la respuesta es sí. Si se trata de apoyo de los científicos, de mis colegas, salvo algunos casos en voz baja y con una curiosa actitud de clandestinidad, podría decir que, oficialmente, no. De todas formas, no me hago ilusiones. Si científicos infinitamente más conocidos y prestigiosos que yo (con sobrados motivos), como pueden ser Alfred Hoyle o von Bertalanffy que han elaborado propuestas más o menos semejantes han sido ignorados, sería ingenuo por mi parte esperar mejor suerte.

### **6-Actualmente, algunos científicos piensan que la teoría darwinista apoya el ateísmo; por lo que el rechazo de aquella parecería apoyar indirectamente a la religión ¿su nueva propuesta implica algún tipo de cosmovisión religiosa, o afecta alguna creencia ideológica particular?**

**Sandín:** En cuanto al primer aspecto, creo que esa es una visión simplista y algo infantil. En primer lugar, por lo que he comentado antes sobre la ausencia de relación entre ambos aspectos. Pero han convencido a muchos biólogos de que Darwin fue el primero en dar una (supuesta) explicación materialista de la vida, como si los (verdaderos) científicos y filósofos anteriores se basasen en “supersticiones”, y eso “eliminó la necesidad Dios para explicar nuestra presencia” y parece que con eso tienen suficiente para no enredarse en razonamientos complejos. Creo que algunos científicos tienen una gran inclinación por las explicaciones simples.

Lo que sí es una realidad es que utilizan esos argumentos para lanzar acusaciones o sospechas de “creacionista encubierto” contra los que intentamos discutir el darwinismo. Y aquí no puedo dejar de mencionar la actitud inquisitorial de Richard Dawkins que es bastante conocida gracias a la difusión por Internet. Por si no ha hecho suficiente daño a la Biología con su “ocurrencia” del “gen egoísta” y lo que ha significado de obstrucción para la comprensión de lo que, gracias a él, se consideraba (y todavía hay quien lo sigue creyendo) ADN “basura” que, sin embargo, ha resultado ser uno de los componentes fundamentales de los genomas, y con la concepción sórdida (se podría

decir patológica) de la vida, de la realidad, que ha transmitido a muchos jóvenes biólogos que le consideran “un genio”, ahora se dedica a perseguir y a descalificar con mentiras a las personas que, honradamente, intentan arrojar algo de luz al estudio de la evolución. Me parece un personaje nefasto.

En cuanto a la segunda parte, comenzaré por la cuestión ideológica. Mi propuesta es o, al menos, pretende ser científica. Está basada en datos concretos, verificables. Desde este punto de vista, el que piense que la ciencia es una actividad al margen de condicionantes sociales, históricos o ideológicos, puede dedicarse a analizar sus aspectos empíricos y verificar su adecuación a los datos reales. Pero los filósofos e historiadores de la Ciencia han puesto de manifiesto de una forma muy sólida la relación de las ideas científicas con las ideas dominantes en cada época (que, como sabemos, suelen ser las de los que dominan). Para mí ha quedado muy claro estudiando el origen y la implantación del darwinismo que, como ha dicho muy lúcidamente Bertrand Russell, es una proyección sobre la Naturaleza de los principios económicos y sociales del “laissez faire”, del “libre mercado”.

No es necesario ser un analista muy sutil para detectar esa relación en los términos que se utilizan para lo que ellos piensan que es describir, pero en realidad es interpretar, los fenómenos naturales: competencia, coste-beneficio, explotación de recursos, estrategias, etc., me resultan divertidos los científicos que se proclaman “objetivos” y asépticos mientras aplican esos términos empresariales a los fenómenos naturales. Supongo que es imposible desligar las interpretaciones científicas de la concepción de la realidad, de las convicciones, y eso se pone de manifiesto hasta en disciplinas tan aparentemente al margen del contexto social como la Física. El debate entre Albert Einstein y los padres de la Mecánica Cuántica, Planck y Bohr, estaba motivado porque Einstein era creyente (a esto me refería cuando decía que no parece una cuestión de mentes simples), y no admitía la incertidumbre que se derivaba de esta teoría. Si asumimos esto, nadie puede estar seguro de que su concepción científica no esté basada en la conformación de la propia visión de la realidad elaborada a lo largo de su historia personal. Supongo que la concepción a la que he llegado intentando integrar coherentemente los datos que he conseguido recopilar no está libre de mis prejuicios. Los términos integración, complejidad, cooperación, necesidad de todos los componentes, influencia del ambiente... tienen un significado al que se puede buscar una connotación ideológica (desde luego, radicalmente opuesta a la de “la supervivencia del más adecuado”), pero mi condición de biólogo y mi interés por la evolución humana y la ecología humana me han despertado una enorme admiración por los que los científicos “occidentales”, especialmente los antropólogos de las potencias coloniales imbuidos de su propia superioridad “evolutiva”, llamaban “hombres primitivos” sin comprenderles, sin comprender absolutamente nada.

Cada día tengo más claro que lo que llamaban (y llaman) “hombres primitivos” eran más sabios que los “modernos” y posiblemente más cuanto más “primitivos”. Ahora hay muchos conocimientos, mucha tecnología (que se asocia simplistamente con una inteligencia superior), pero poca sabiduría. No hay más que comparar el conocimiento y la relación con la Naturaleza de unos y otros y comprobar a dónde nos ha llevado la concepción de esta, y la actuación en consecuencia, de los hombres “civilizados”. Creo que el alejamiento de la Naturaleza comenzó muy recientemente en la larga historia de la Humanidad, cuando comenzó la acumulación de posesiones no esenciales y el nacimiento de la riqueza y el poder, pero se ha acentuado de un modo demencial a partir de la revolución industrial y de la implantación de la economía de “libre mercado” con su apéndice científico, el darwinismo y su visión competitiva. Si tuviera que decantarme por una ideología y una cosmovisión religiosa, serían poco conflictivas actualmente y, desde luego, con poco futuro. Serían algo parecido al colectivismo “primitivo” y al animismo. Cada día me impresiona más la Naturaleza y la conciencia de su poder. Cuando paso por lo que hace unos años eran campos de cultivo, huertas y arboledas en el entorno de la región donde nací y vivo, se me hace un nudo en el estómago y me dan ganas de pedir perdón a los animales y a las plantas que había por lo que les han hecho mis

congéneres. Sí, creo que me voy a “convertir” al animismo.

**7-¿Es posible que tantos científicos estén equivocados sobre la teoría de la evolución? Muchos podrían preguntarse: Si la propuesta del Dr. Sandín es correcta, ¿por qué no es aceptada ni reconocida por la comunidad científica? ¿Qué respondería usted a esto?**

**Sandín:** En primer lugar, quiero insistir en lo que usted, adecuadamente, plantea. No puedo afirmar que mi (esbozo de) propuesta sea absolutamente “verdadera”. Y menos completa, pero correcta sí, porque está elaborada de una forma que se ajusta al método científico, y los científicos sabemos que la verdad absoluta no existe en ciencia, sólo aproximaciones a la verdad o verdades parciales (y eso lo saben bien los físicos), y lógicamente, sería absurdo pretender explicar “todo” (eso sólo lo “puede hacer” el darwinismo y alguna religión), pero creo que permite explicar los fenómenos principales del proceso evolutivo a partir de la existencia de la vida en la Tierra (y, como consecuencia, muchos de los fenómenos biológicos actuales), de una forma más ajustada a los datos reales que la teoría convencional.

En cuanto a la aceptación, un argumento que he oído y leído para devaluar mi propuesta es que “no soy especialista”. Evidentemente, cada especialista sabe de su tema infinitamente más que yo. Pero se trata de intentar relacionar todo. No se puede ser “especialista” en la evolución, todo lo más, un estudiante permanente. Ya he insistido en que debería ser un trabajo cooperativo (que mal les debe sonar a los darwinistas) de muchos especialistas. Una sola persona no puede investigar (y menos, comprender) a fondo todos los datos, toda la información que se ha acumulado. (Aunque ya dijo Pascal que vale más saber alguna cosa de todo, que saberlo todo de una sola cosa). Por eso, la labor sólo puede ser realizada estudiando, intentando entender y, en su caso, reinterpretar, lo que otros descubren. Los especialistas están demasiado encerrados en su tema y ni siquiera se plantean la posibilidad de que su enfoque, condicionado por la concepción convencional, sea erróneo.

Hace tiempo leí una entrevista a un prestigioso especialista que lleva años encerrado en un tipo de investigación “unidireccional”, sin un solo paso fuera del sendero. Decía con cierto tono de satisfacción que hacía diez años que no leía un libro. Sólo artículos de su tema de investigación (en los que todos piensan igual, están formados igual, usan los mismos métodos y publican las mismas cosas con idéntica perspectiva). Yo creo que es necesario leer, no sólo otro tipo de artículos científicos sino otros libros, libros que han escrito grandes pensadores o literatura de cualquier clase, y estar conectado con la realidad. Nunca se sabe de donde te puede venir una idea, porque hay mucha gente que piensa con mucha lucidez. Muchos, por no decir la mayoría de los especialistas, son muchachos que han estudiado mucho durante su carrera, que han conseguido una plaza en un laboratorio con un trabajo muy especializado muy duro y muy competitivo y han estado toda su vida con eso. No disponen ni de un segundo para dedicarse a leer no ya libros, sino artículos de otra disciplina. Al final son “los que más saben” de ese tema tan específico y son incluso premiados y reconocidos mundialmente, pero cuando les preguntan por temas más generales, como a donde llevarán a la Humanidad sus investigaciones, sus respuestas son infantiles, sin la menor conexión con la realidad. Algunos dan la impresión de tener una concepción de la realidad, de la vida, no mucho más madura que la que tenían cuando entraron en la universidad. Yo he leído argumentos de premios Nóbel que me han dejado estupefacto.

Por eso creo que en su formación debería tener, y es posible hacerlo, una visión general, aunque fuese superficial, que relacione los conocimientos obtenidos en las distintas disciplinas, porque eso daría el contexto adecuado a sus investigaciones. Conozco casos de jóvenes que han estado años estudiando una proteína de un virus sin saber cómo es ese virus, qué hace, donde está...

Pero no parece que sea ese el camino, sino más bien al contrario. Parece que la idea es formar especialistas en función de “las necesidades del mercado”.

**8-En sus escritos, se evidencian reflexiones críticas sobre la sociedad y planteamientos filosóficos y sociológicos. ¿Qué importancia tienen estos factores para las ciencias biológicas y en particular, para su propia teoría?**

**Sandín:** Esta pregunta está respondida en gran parte en las respuestas anteriores, pero quisiera ampliar el tema de los planteamientos filosóficos. Por lo que he podido comprobar, la Filosofía está mal vista por mis colegas (al menos, por los que han hablado de ello conmigo). Parecen tener la idea de que la Filosofía es algo “anticuado”, una especie de palabrería vacía que se pierde en divagaciones “metafísicas” y que la forma de pensamiento “más avanzada” es el pensamiento científico.

Pero me parece ingenua la creencia a ciegas en lo que se considera científico y objetivo cuando no se tiene la capacidad para distinguir entre lo que tú piensas y lo que te han enseñado a pensar. Entre descripciones objetivas e interpretaciones basadas en prejuicios. La tarea básica de la Filosofía es “pensar lo pensado”. Reflexionar sobre lo que se da por sabido. Según Fernando Savater “representa la autonomía del individuo frente a veneraciones establecidas” y esto es esencial en el problema que nos ocupa. Una concepción muy actual de la Filosofía es la que nos propone Mauricio Abdalla: la que trata de reflexionar sobre los problemas de nuestro tiempo, de comprender la realidad en que vivimos. En este sentido me deslumbró Michael Foucault con su libro “Las palabras y las cosas” en el que diseccionaba los dogmas y los valores más asumidos de nuestra cultura “occidental” con datos históricos y argumentos que pueden ser utilizados por cualquiera que se detenga a pensar sobre ellos. Me dio la impresión de que no es necesario ser una mente privilegiada para atreverse a reflexionar sobre la realidad en términos filosóficos. Claro que no hay garantía de llegar a “la verdad”, pero es un ejercicio liberador. De “autonomía”. Por eso, cuando veo a mis jóvenes colegas totalmente convencidos de que la dura concepción darwinista de la realidad es una visión científica y objetiva despojada de sentimentalismos o idealismos, o repetir literalmente lo que les han enseñado como si lo hubieran pensado ellos, me produce una sensación de desaliento, porque me da pena que muchachos inteligentes que podrían hacer aportaciones importantes a la Biología estén limitados por el adoctrinamiento.

Fernando Savater dice de la Filosofía que “Quienes por razones espuriamente funcionales tratan de disminuir hoy su peso en la enseñanza, pretenden sin duda también la sumisión al poder incuestionado y no la mera eficacia laboral”.

Todo esto viene a cuento porque, curiosamente, han sido filósofos y estudiantes de filosofía los que han asumido con perfecta naturalidad mis cuestionamientos del darwinismo y han comprendido su pertinencia, incluso mi derecho (incluso mi obligación) de intentar buscar una alternativa, mientras que la mayoría de las reacciones que he conocido de mis colegas han sido de escándalo. Como si no pudieran concebir que una persona vulgar y corriente pudiera atreverse a cuestionar a un “genio” y menos a manifestar ideas que contradicen “la verdad” incuestionable del darwinismo. La que “todos los científicos” asumen.

**9-¿Qué literatura recomendaría para los jóvenes científicos y profesionales que quieran explorar alternativas científicas al neo-darwinismo o acercarse más a su propia propuesta?**

**Sandín:** Creo que el libro que da una visión más completa, mas integral de cual es la relación del hombre con la Naturaleza, las causas del deterioro de esa relación, entre otras la concepción darwinista de la naturaleza, y cómo se debería recuperar es “El tao de la ecología” de Edward Goldsmith. La forma en que aborda esas cuestiones con consideraciones científicas, éticas, filosóficas, históricas... me parece muy enriquecedora para los jóvenes lectores.

En cuanto al aspecto evolutivo, hace dos o tres años, un alumno me prestó (y me “requisó” rápidamente) un libro de Fred Hoyle y Chandra Wickramasinghe, "La Evolución de la Vida desde el Espacio Exterior" editado por el Fondo de Cultura Económica, que me sorprendió porque utilizaba argumentos muy semejantes a los que yo había empleado y llegaban a conclusiones semejantes, aunque no debería sorprenderme que otras personas, partiendo de datos semejantes lleguen a las mismas o parecidas conclusiones, y menos teniendo en cuenta que fue el artículo “Evolution from space” de Hoyle el que motivó mi interés por los virus como aportadores de información genética. Tienen algunas diferencias de perspectivas con las que yo planteo, pero es posible que las correctas sean las suyas. No he conseguido encontrarlo, pero lo recomiendo vivamente a los estudiantes y estudiosos que no estén demasiado condicionados por el adoctrinamiento (que, a veces, parece tener consecuencias irreversibles).

En cuanto a otras alternativas, como, por distintos motivos que he explicado en alguna ocasión, no me siento identificado con las más conocidas, no puedo recomendar honradamente ninguna concreta. Sólo puedo sugerir que las estudien, que lean, por ejemplo, algunas de las obras que figuran en su página y, como Usted dice, que piensen por sí mismos.

### **10-¿Algo más que le gustaría agregar para finalizar?**

**Sandín:** Sí. Y aquí voy a explayarme porque hay un problema que me produce verdadera angustia. No se trata sólo de algo ya de por sí tan inconcebible como que una ciencia tan esencial como la Biología esté, en el siglo XXI, sin base teórica. Lo preocupante es que la investigación actual dirigida y financiada por intereses comerciales y sus supuestas aplicaciones pueden acarrear graves consecuencias. Pero no sólo en el caso (muy posible) de que se produzca algún error, sino en el caso improbable de que consiguieran lo que pretenden.


Intentaré explicar esto de la forma más breve y simplificada posible: Los datos recientes sobre las características de la información genética han puesto de manifiesto que es de una enorme complejidad, que el antiguo concepto de “gen” no tiene entidad real porque son secuencias que pueden estar en fragmentos repartidos por el genoma, que se combinan en función de circunstancias concretas, que, además, una secuencia puede codificar proteínas diferentes en función de las condiciones ambientales, que la expresión de una secuencia depende de la coordinación de la totalidad del genoma, a su vez, condicionada por el ambiente...

Pero además, hasta el 10% del genoma está constituido por virus endógenos que participan activamente en distintas funciones del genoma, pero que pueden reconstruir la cápsida y convertirse en infectivos por una agresión ambiental, y que la inmensa mayor parte del genoma está formado por elementos móviles y secuencias repetidas derivadas de estos, y también susceptibles de activación ante estímulos ambientales. Si tenemos en cuenta estos datos reales cuando oímos hablar a científicos, por ejemplo, de que han “creado” un virus supuestamente inactivado para introducir en el genoma una proteína para combatir el cáncer, o para producir cerdos transgénicos para el trasplante de órganos, cuando se afirma que se ha encontrado el gen de la tendencia al alcoholismo (incluso el de la infidelidad), o hablan de que “cambiando los genes” se conseguirán hijos más inteligentes, más sanos, o vivir doscientos años, incluso regenerar miembros introduciendo en el hombre los genes con que las lagartijas regeneran la cola, puede parecer cómico para una persona con sentido común, pero la realidad es que puede representar un grave peligro, no sólo por el riesgo de activación e hibridación de virus endógenos (como desgraciadamente se ha producido con el virus del SIDA), sino porque vivimos inmersos literalmente en un mar de virus y bacterias y no podemos controlar las consecuencias de estas manipulaciones basadas en una concepción de la información genética y de los virus superada por los conocimientos actuales.

Y estos datos reales hacen muy improbable (yo creo que imposible) que consigan esos objetivos.

Pero lo más penoso es comprobar que los científicos (los especialistas) que plantean esos objetivos no han reflexionado sobre sus consecuencias en el caso de que lo consiguieran, porque esas investigaciones están financiadas por empresas que han invertido enormes sumas con fines comerciales (como sabemos, hay un enorme mercado de “patentes” de “biofármacos” y de genes y proteínas), y sus hipotéticas aplicaciones serían para los que pudieran pagarlo (desde luego, no están pensadas para compartirlas con toda la Humanidad). ¿Se habrán parado a pensar en la situación en que pondrían a la Humanidad si sólo unos privilegiados tuvieran acceso a esas “mejoras”? ¿Se habrán parado a pensar, incluso, en lo terrible, lo insoportable que puede ser vivir doscientos años? Claro que eso sería en caso de que a la Humanidad le quedaran doscientos años por delante, porque supongo que habrá leído que Stephen Hawking afirma que no quedan más de cien años para la catástrofe global y que el futuro está en la colonización del espacio, pero, ¿Quiénes se supone que irán? ¿Quiénes se supone que tendrán esa posibilidad? ¿No sería más razonable detener esta locura e intentar vivir de una forma que haga posible que en el Mundo haya sitio para todos? Tengo la sensación de que con la idea de “la supervivencia del más apto” se ha creado una forma de pensamiento al margen de la realidad, de la que se han contagiado hasta los científicos más brillantes en su campo. Quizás parezca grandilocuente o pretencioso, pero creo que es un síntoma de decadencia de toda una “civilización”.

Mi amigo Mauricio Abdalla me va a regañar, pero si soy sincero, no tengo la menor esperanza en que se recapacite y se detenga esta carrera hacia la nada, aunque eso no va a impedir que siga trabajando como si hubiera esperanza. Porque lo que tengo claro es que no van a conseguir es destruir la vida sobre la Tierra y quizás se estén creando las condiciones para el siguiente “salto”. Esa puede ser la esperanza...

Publicado por Zetetic\_chick en 12:16 

Etiquetas: [biología](#), [ciencia](#), [entrevistas](#), [Máximo Sandín](#), [sociedad](#)

[Entrada más reciente](#) [Entradas antiguas](#) [Página principal](#)



[Francisco Javier Alcacera](#)

## Revista digital

[Número actual](#) [Números anteriores](#) [Distribución](#) [Buscador de artículos](#) [Qué es Agenda Viva](#)

[Principal](#) Agenda Viva. Otoño 2009 Entrevistas

## Máximo Sandín

- [Entrevistas](#) [Ciencia](#) [Biología](#)

Autor/es: [José F. Gómez Sánchez](#)

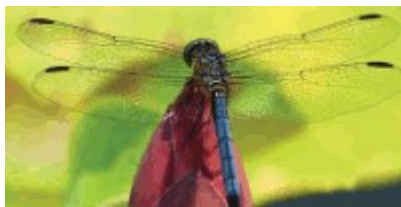


**«La naturaleza no es un campo de batalla en el que todos los seres vivos compiten permanentemente»**

El presente año 2009 ha sido designado a nivel internacional “Año de Darwin”. Ello ha supuesto la organización de todo tipo de actividades para la difusión de su figura y de la famosa teoría de la evolución que desarrollaba en su libro *El origen de las especies*, publicado en 1859, y que tanto peso científico y social sigue teniendo en la actualidad.

Sin embargo y pese a constituir un compendio de postulados ampliamente aceptados, se trata de una teoría realmente controvertida, cuyos pilares fundamentales siguen sometidos a discusión, de manera paralela a los avances desarrollados en las ciencias de la vida. Hemos querido complementar la visión general de las teorías evolutivas modernas sometiendo a debate los postulados darwinistas a través de las reflexiones del doctor Máximo Sandín, biólogo y profesor titular de la Universidad Autónoma de Madrid, experto en temas evolutivos y autor de numerosos artículos, libros y reseñas sobre la evolución de los organismos vivos.

Hemos preguntado al profesor Sandín por la vigencia actual de la teoría de la evolución tal y como la formuló Charles Darwin, por los postulados básicos de la misma en relación a los últimos avances en la biología, por la relación entre el debate evolucionismo-creacionismo y las teorías darwinistas, y sobre los vínculos entre la manera de entender la naturaleza y las sociedades humanas y los postulados de las teorías evolutivas vigentes.



**Este año 2009 se conmemora el bicentenario de nacimiento de Charles Darwin, y tanto su figura como su conocida “teoría de la evolución” están teniendo un peso relevante en los medios y en todos los círculos sociales y científicos. ¿Siguen actualmente las teorías darwinistas tan vigentes y con tanto peso en las ciencias de la vida como cuando vio la luz *El origen de las especies* en 1859?**

Habría que comenzar por un pequeño dato histórico. Cuando vio la luz *Sobre el origen de las especies* por medio de la selección natural o el mantenimiento de las razas favorecidas en la lucha por la existencia, verdadero título del libro de Darwin, la evolución era conocida y llevaba cien años siendo estudiada científicamente en las universidades europeas (especialmente en Francia), por

cierto, con aportaciones que se están mostrando en el buen camino, según los últimos descubrimientos. Los biólogos evolucionistas de entonces eran llamados “lamarckianos”. También creo conveniente señalar que Darwin, que era un victoriano acomodado, aficionado a la naturaleza, como muchos otros (había hecho estudios de teología), no sabía que estaba hablando de evolución. El término “evolución” no aparece hasta la sexta edición de su libro por sugerencia de Thomas Henry Huxley, del que ya hablaremos. Es decir, Darwin no elaboró una “teoría de la evolución”, sino un texto con explicaciones, algunas muy divertidas, sobre cómo se podía producir la especiación (es decir, la diversificación de las especies), basándose en la cría de animales domésticos, en la selección de los ganaderos y, especialmente, de los criadores de palomas.

En cuanto a las “teorías” darwinistas, y no me refiero a las de Darwin, que veremos más adelante, sino a las de los darwinistas, han sido totalmente rebatidas por los datos recientes. Los progresos tecnológicos en la observación real (porque hasta hace poco se trabajaba con hipótesis “preconcebidas”) de los fenómenos biológicos han derribado los principales postulados darwinistas, fundamentalmente los referentes a la información genética, que se ha revelado de una enorme complejidad (es decir, no existe “el gen de” sino secuencias repartidas en fragmentos dispersos que se combinan bajo el control de la totalidad del genoma) y que está condicionada por la influencia del ambiente, lo que resulta especialmente contradictorio con el “determinismo genético” del darwinismo.

Es decir, los cambios de la expresión genética (lo que se suele denominar “mutaciones”) no ocurren “al azar”, sino que son producidos por alguna “agresión” o desestabilización ambiental. Y en lo que se refiere a la visión general de la naturaleza, la concepción darwinista, según la cual es la competencia la que rige las relaciones entre los seres vivos (lo que conduciría a la “selección” de los más aptos), los nuevos modelos matemáticos han permitido comprobar que lo que realmente caracteriza los fenómenos naturales es el equilibrio, en el que todos los componentes, absolutamente todos, son necesarios para la estabilidad de los ecosistemas conectados mediante unas redes de relaciones extraordinariamente complejas.

En definitiva, si tenemos en cuenta la información de que disponemos ahora, parece razonable afirmar que los postulados fundamentales de los darwinistas no tienen, si es que la han tenido alguna vez, la menor vigencia si los relacionamos con los datos reales.

**Sus escritos se basan en una visión diferente del fenómeno de la evolución biológica en el planeta Tierra ¿Cuáles son las ideas o principios básicos de dicha visión y en que medida difiere ésta de los postulados de la teoría darwinista de la evolución?**

Supongo que lo que voy a decir resultará extraño, y más si lo explico esquemáticamente; y mucho más si tenemos en cuenta cómo nos han explicado, y no se cansan de explicarnos, la evolución, tanto en las aulas como en los grandes medios de difusión, pero es ahí adonde me han llevado los datos después de quince años de dedicación exclusiva a recopilar ideas de científicos mucho más prestigiosos y conocidos que yo (y con sobrados motivos), que habían sido desechadas por la biología “oficial” y a relacionarlas con los datos actuales procedentes de distintos campos de estudio. La idea general es que la evolución de los seres vivos no se ha llevado a cabo por la adaptación al ambiente mediante la acumulación de pequeños cambios producidos al azar y “seleccionados” mediante la competencia por ser “ventajosos”. La evolución implica cambios en la organización del organismo, y eso sólo se puede producir por cambios en el proceso embrionario producidos por reorganizaciones en el genoma.

El “origen de las especies”, es decir, la especiación, que es considerada por los darwinistas “el primer paso para la evolución”, no es más que un aumento de variabilidad dentro de un patrón morfológico básico. No me canso de poner el ejemplo de las libélulas (pero valen muchos otros), que aparecieron en el Carbonífero prácticamente iguales a las actuales, aunque más grandes; desde entonces se han producido miles de especiaciones y siguen siendo libélulas. La explicación de los grandes cambios de organización y de la permanencia sin cambios durante mucho tiempo está en que la organización y la complejidad de los genomas los hace extremadamente robustos y con una



gran capacidad de ajuste, de comunicación con el ambiente, pero ante una alteración, una agresión ambiental lo suficientemente grave, reaccionan según las pautas de los “sistemas complejos”, cuyas alternativas a una desestabilización son un derrumbe catastrófico o un salto en el nivel de complejidad, porque los sistemas complejos tienen una tendencia intrínseca a generar patrones de comportamiento globales y los genomas y los ecosistemas son sistemas complejos.

Las remodelaciones genómicas se han producido porque los genomas animales y vegetales están compuestos en su inmensa mayor parte (lo que incluye lo que las ideas darwinistas habían llevado a considerar ADN “basura”, pero que se ha revelado como la parte fundamental de los genomas), por virus endógenos completos o fragmentarios, es decir, virus integrados en los genomas que participan en funciones esenciales de los organismos, y “elementos móviles” y secuencias repetidas que son secuencias derivadas de virus. Esto puede sonar extraño, pero los datos de los genomas secuenciados están disponibles para todos. Todos estos elementos pueden cambiar de posición (no a cualquier sitio del genoma, según se ha comprobado), o producir duplicaciones de sí mismos (siempre con la ayuda del genoma) como respuesta a agresiones o estímulos ambientales, y estos cambios son más o menos grandes en función de la agresión ambiental.

Sabemos que a lo largo de la existencia de la vida en la Tierra se han producido enormes cataclismos por la caída de grandes asteroides y por inversiones de los polos magnéticos que han dejado a la Tierra sometida a grandes bombardeos de radiaciones solares. También se ha comprobado experimentalmente que estos tipos de agresiones ambientales movilizan a los virus endógenos y a los elementos móviles. Esto explica los grandes cambios de fauna y flora que se observan en el registro fósil entre los grandes períodos geológicos, separados por grandes extinciones y que han recibido sus nombres de las diferentes faunas que los caracterizaban. En definitiva, que “adaptación”, es decir, ajuste al ambiente, y evolución, es decir, cambio de organización, son procesos diferentes.

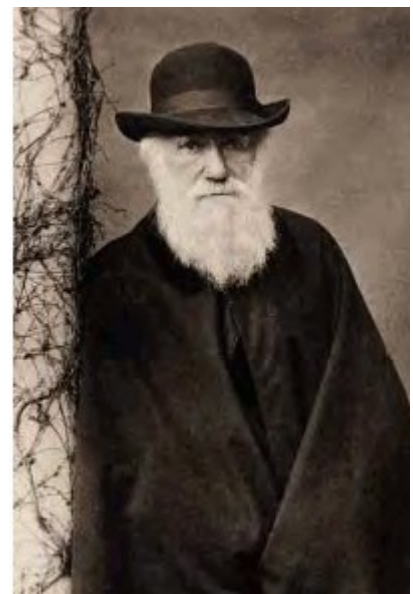
Lo que supongo que sorprenderá todavía más a los lectores es que las nuevas técnicas (mediante la “metagenómica”) de muestreo de bacterias y virus han puesto de manifiesto que vivimos literalmente inmersos, en nuestro interior y en nuestro exterior, en el mar y en los suelos, en un inconcebible, en un astronómico número de bacterias y virus que cumplen funciones esenciales, tanto en el funcionamiento de los organismos como en la regulación y comunicación de los ecosistemas, lo que pone de manifiesto que su carácter “patógeno”, que es extraordinariamente minoritario, es el resultado de alteraciones de sus funciones naturales, muchas de ellas producidas por los seres humanos.

Supongo que todo esto dará una idea de en qué medida difiere esta visión de los preceptos de la teoría darwinista de la evolución...

**En este sentido, su vocación es la de que se genere una nueva percepción de la evolución de la vida en la sociedad, de manera mucho más amplia y participativa, con la comunidad científica incluida. ¿Se puede afirmar con rotundidad que no tenemos todavía respuestas claras y pruebas sobre los mecanismos de la evolución biológica como para dar tanto peso a las teorías propuestas por Darwin?**

Lo que podemos afirmar es que sí tenemos pruebas y datos experimentales sobre los mecanismos de evolución, pero que son muy diferentes y contradictorios a la propuesta de Darwin y a las propuestas de los darwinistas.

Lo que pretendo transmitir, en la medida de mis posibilidades y eso sí, a una audiencia muy limitada en comparación con la que es bombardeada con los tópicos “oficiales”, es que la evolución y la vida no tienen nada que ver con la sórdida concepción de



“la lucha por la vida” y “la supervivencia del más apto”. Que esas eran unas ideas de unos señores victorianos muy desagradables del siglo XIX que vinieron muy bien para justificar la situación social y colonial de entonces (y, en muchos casos, de ahora), aunque su aplicación ha conseguido convertir a la sociedad y, de seguir por este camino, a la naturaleza desequilibrada, en algo parecido. Que la naturaleza no es un campo de batalla en el que todos los seres vivos compiten permanentemente (para los darwinistas, compiten el ADN, las proteínas, las células...), sino que es algo de una enorme belleza y complejidad en la que todo está relacionado y es imprescindible para su funcionamiento, donde no sobra nada ni nadie. Que es absolutamente falso que el comportamiento humano esté “codificado” en los genes, porque la influencia del ambiente está implicada en todos los fenómenos de la vida, desde el mismo control de la información genética hasta en el desarrollo embrionario y cerebral. Y que no hay genes “malos”, ni menos “al azar”, sino secuencias alteradas por las miles de sustancias tóxicas y agresiones ambientales a que estamos expuestos. Pero, sobre todo, que es necesario reflexionar sobre dónde han llevado a la naturaleza y a la sociedad estas ideas y sobre la necesidad de ser más respetuosos con una naturaleza que estamos muy lejos de comprender, y más aún de controlar, y de la necesidad de construir una sociedad en la que haya sitio para todos.

**Basándonos en eso, cierto es que, en ciencia, una teoría nunca puede ser probada como verdadera porque nunca podemos decir que sabemos todo lo que hay que saber al respecto. En lugar de esto, las teorías normalmente permanecen en pie mientras no sean refutadas por nuevos datos, momento en el cual son modificadas o sustituidas. ¿Contamos en la actualidad con datos e información suficiente para que la ciencia pueda modificar, sustituir o cambiar el paradigma de pensamiento imperante respecto a las cuestiones evolutivas? ¿Tiene la ciencia el deber de abrirse en este sentido a la sociedad en general a fin de cuestionar de manera abierta el inmovilismo darwinista?**

En estos momentos lo que sobra son datos. En los últimos diez o quince años se han hecho más descubrimientos reales (porque, repito, antes se trabajaba con hipótesis “preconcebidas” o datos indirectos, es decir, deducciones a partir de lo que se observaba en caracteres externos) que en toda la historia de la biología. Lo que sucede es que parece que no hay tiempo para detenerse a reflexionar sobre lo que significan los nuevos datos.

Creo que el problema fundamental que tiene la biología actual es la distorsión de su papel como ciencia. La labor de la ciencia es la búsqueda, la profundización en el conocimiento, con la idea de que éste sea compartido por toda la comunidad científica y la sociedad. La tecnología es la aplicación de esos conocimientos, una vez que se han demostrado válidos. Lo preocupante es que, debido a la concepción de la ciencia como una herramienta de poder, y de sus aplicaciones como fuente de ingresos y base para “el desarrollo” y “la competitividad” (¿le suena?), la investigación biológica se ha convertido en una loca carrera por conseguir “patentes” de genes, de proteínas y de aplicaciones con interés comercial basadas inicialmente en las concepciones darwinistas que ya he mencionado y totalmente al margen de los descubrimientos de la investigación llamada “básica”, es decir, la realizada sin fines comerciales. Incluso se utilizan los datos procedentes de esas investigaciones totalmente fuera de su contexto o tergiversados para que puedan ser aplicados, que es lo que interesa. Esto se convierte en una labor estéril y, lo que es peor, peligrosa, porque a veces se manipulan procesos que no se pueden controlar, y más si tenemos en cuenta que se usan virus, bacterias, plásmidos y elementos móviles para esas manipulaciones.

**Someter a duda el darwinismo en el momento actual, supone introducirse en la histórica confrontación entre creacionismo y evolucionismo y de ahí que la conclusión inmediata derivada de tal debate sea que el rechazo a las teorías darwinistas es sinónimo de la aceptación de propuestas creacionistas de corte religioso. ¿Qué opinión le merecen este tipo de argumentos, que están tratando de alguna manera de reconducir el debate del evolucionismo hacia el darwinismo como única alternativa posible a la concepción religiosa del origen de la vida?**

Esta es una de las muchas falacias que existen en torno al debate sobre la evolución, pero parece estar dando magníficos resultados para la propaganda darwinista: el que no es darwinista es creacionista o partidario de la supuesta “teoría” del diseño inteligente o, al menos, sospechoso de algo así. La ciencia no tiene nada de qué discutir con la religión o las religiones. Son dos creaciones del pensamiento humano que no tienen nada que ver. Por eso resulta tan sospechoso que los darwinistas hayan concedido a los creacionistas el papel de interlocutores válidos en este tema. Un colega mío, crítico con el darwinismo, está convencido de que este falso debate lo han generado y potenciado los darwinistas para reafirmar sus posiciones atribuyéndose el papel de verdaderos científicos “acosados” por el creacionismo. En Estados Unidos, origen de este debate, el fundamentalismo “literalista” de la Biblia está muy extendido, pero en España la sociedad es muy diferente y no creo que existan muchos (si es que existen) científicos “creacionistas”. En fin, confunde que algo queda...

**Aparte de los contextos religiosos, históricamente se ha podido constatar una notable influencia de algunos postulados de la teoría de la evolución en personajes como Herbert Spencer y el llamado “darwinismo social”, que, por otra parte, es tachado de “pseudociencia”. ¿Han sido relevantes dichas influencias para dar sentido a nuestros propios mecanismos de ordenamiento socioeconómico en la sociedad postindustrial?**

Estaba verdaderamente deseoso de responder a esta pregunta. En primer lugar, porque, insisto, es falso que el libro de Darwin se escribiera como una “teoría de la evolución”. Darwin solamente hablaba del origen de las especies (la especiación). El término “evolución” no aparece en su libro hasta la sexta edición, por sugerencia del ya mencionado Thomas Henry Huxley. En segundo lugar, porque Spencer no se basó en Darwin, sino Darwin en Spencer. En La estática social, obra publicada en 1851, Spencer habla de la evolución biológica que, insisto, ya era conocida en el ámbito académico, y extrapola los conceptos evolutivos a las sociedades. A él le corresponde el concepto de “supervivencia del más apto” (el más “adecuado”, para ser fieles al idioma original), y Darwin así lo cita en su libro. En tercer lugar, si nos molestamos en leer El origen del hombre, otro falso título que nos han transmitido, veremos lo que opina Darwin de la mujer, de los negros y los “pueblos primitivos” en general, de los obreros y los pobres, y cual era su “solución” a los problemas sociales. El darwinismo social es puro darwinismo. En El origen de las especies, Darwin dice que su planteamiento «es la doctrina de Malthus aplicada con multiplicada fuerza al reino animal y vegetal», y en su Autobiografía cuenta que fue leyendo a Malthus cuando encontró «una teoría sobre la que trabajar». Si alguien se molesta en leer a Malthus, discípulo de Adam Smith, por cierto, verá qué “entrañables” son sus ideas sobre la sociedad, especialmente sobre los pobres (en la red hay versiones completas en español del Ensayo sobre el principio de la población).

Hasta hace poco, yo estaba convencido, tras leer a pensadores ilustres que he citado demasiadas veces, de que el éxito del libro de Darwin había sido un éxito fundamentalmente social porque justificaba la situación existente entonces a partir de los hipócritas argumentos de Malthus y Spencer, lo que, por otra parte, significó para muchas personas el descubrimiento de la existencia de algo parecido a la evolución. Pero no entendía del todo el éxito científico. El libro de Darwin (especialmente la primera edición, pero también las otras seis que fue modificando, “asesorado” por Huxley, Hooker, Lyell...) era (es) un texto confuso de un aficionado, basado en la cría de animales domésticos, especialmente de palomas, lleno de especulaciones que son una mezcla de ideas lamarckistas, “neutralistas”, populares, y fenómenos absurdos “que le habían contado”, y con graves carencias científicas con respecto a lo que ya se sabía sobre la evolución, que hicieron que los científicos evolucionistas (los entonces llamados “lamarckianos”) proclamaran lo absurdo de extrapolar las actividades “antinaturales” de los ganaderos a la naturaleza.

Pero aquí entra en escena Sir Thomas Henry Huxley, conocido como “el bulldog de Darwin”. Por los textos que leí en mi formación (o en mi “deformación”) había adquirido la idea de que era, simplemente, un científico más, defensor de las ideas darwinistas, pero buscando información y reuniendo datos dispersos (véase en la red el artículo “El poder y el Papa Huxley” en la Enciclopedia Británica.), he encontrado lo siguiente: Huxley era un hombre extremadamente

poderoso, que «ayudó a crear un nuevo orden social en el que la ciencia y el profesionalismo reemplazarían a los clásicos y el mecenazgo». Tenía plaza en diez “comisiones reales”. Fundó, junto con Sir Joseph Dalton Hooker, otro poderoso protector de Darwin, y, al igual que Huxley y los demás, eugenista convencido, el X-Club, en el que junto a otros influyentes científicos figuraba Herbert Spencer, con el objetivo de «promover el darwinismo y el liberalismo científico». Durante diez años, el X-Club controló la Royal Society. Huxley fue presidente de la Geological Society, la Ethnological Society, la British Association for the Advancement of Science, la Marine Biological Association y la Royal Society, y fundó, junto con Hooker, la revista Nature. El X-Club «fue acusado de ejercer demasiada influencia sobre el ambiente científico de Londres». Naturalmente, al “incomprendido” Darwin, le hicieron socio de las más importantes sociedades científicas. Y también naturalmente, las voces de los (verdaderos) científicos críticos con el darwinismo fueron acalladas.

En cuanto al siguiente paso para acallar las críticas a la idea de la selección “natural”, y al cambio gradual, que eran negados por los más prestigiosos genetistas, es decir, el invento de la “genética de poblaciones” basado en la “genética de la bolsa de alubias” (o, lo que es lo mismo, las probabilidades de sacar cara o cruz en una moneda lanzada al aire), todos los implicados en su “creación”, desde el primero hasta el último, eran eugenistas, la repugnante ideología que preconiza el impedimento de la reproducción de las personas “no aptas”, con “genes malos”, como se puede comprobar si se busca en Internet los Eugenics records, en donde figuran, como miembros importantes, un buen número de hijos de Darwin. Es decir, también en la creación de la llamada Síntesis “moderna” estuvo implicado el componente ideológico, en el que el cambio (“ascenso”) gradual y, sobre todo, la selección “natural” son fundamentales.

Por lo que respecta a su influencia en el ordenamiento socioeconómico actual, no parece necesario recurrir a un análisis muy profundo sobre la vigencia y el éxito de las ideas de Adam Smith y sus discípulos (el individualismo, la competencia, la “supervivencia del más apto”, el “egoísmo”, etc.), y en lo que se refiere al determinismo genético de los darwinistas y a sus aplicaciones, no quiero dar la impresión de que pretendo adoctrinar a nadie, así que me limitaré a sugerir la posibilidad de informarse en Internet sobre las “filantrópicas” actividades de los grandes magnates mundiales, por cierto, fervientes darwinistas.

**Por supuesto, donde más claramente se percibe el peso específico de tales influencias es en cuestiones científicas asociadas a las ciencias de la vida en general. En el contexto de los postulados darwinistas ¿es posible justificar de manera clara la relación existente entre medio ambiente y evolución de los organismos vivos e incluso desarrollo de la sociedad humana?**

Los postulados de los darwinistas actuales, que son una selección (por tanto, artificial) de algunas ideas de Darwin y una “adecuación” de otras, añadidas a otras de nueva creación, han tenido, desde mi (tal vez discutible) punto de vista, unas consecuencias muy negativas en distintas ciencias de la vida y en las ciencias sociales. Las concepciones reduccionistas, competitivas, el determinismo genético... han tenido serias repercusiones en disciplinas como la medicina, la psiquiatría, la psicología, la sociología... pero sería largo de documentar.

Lo que resulta más patente y más dañino es la desconexión darwinista entre los organismos y el medio ambiente: las características de los organismos (incluso las del comportamiento humano) están, según ellos, determinadas en “los genes”, y es el ambiente, un agente pasivo, el que “selecciona” los genes más adecuados, por medio de una implacable competencia a todos los niveles de la vida. Resulta una aberración describir las relaciones ecosistémicas entre los seres vivos, entre el mundo orgánico e inorgánico, cuyas interrelaciones son extremadamente estrechas y complejas y en la que todos sus componentes son necesarios para su funcionamiento equilibrado, en términos “empresariales”: “competencia”, “coste-beneficio”, “explotación de recursos”... La implantación de esta concepción darwinista (victoriana) de la vida, de la realidad, ha tenido unas consecuencias tremendamente negativas en las relaciones de los seres humanos entre sí y con el ambiente, con las características de las “profecías autocumplidas”: la naturaleza no era así; había

muchas sociedades que no eran así. Pero han conseguido que las sociedades se hayan convertido en un inhóspito campo de batalla en el que el individualismo, la competencia, y la soledad son las que rigen las relaciones humanas; igualmente han conseguido convertir a la naturaleza en un ente inerte en el que sus componentes son, simplemente, “recursos naturales” y en la que todos son “competidores”, en un ecosistema en creciente degradación, cuyo desequilibrio pronto conducirá a que la vida de los seres humanos se convierta en una verdadera “lucha por la supervivencia” si no reaccionamos a tiempo.

**Como docente, conoce usted a la perfección el peso de las cuestiones evolutivas en las aulas universitarias. Parece que existe cierta reticencia por parte de la comunidad universitaria a un cuestionamiento razonado y científico de la teoría de la evolución tal y como la conocemos. ¿Cómo es en la actualidad la presencia de Darwin en las aulas?**

Hablaré de mi visión personal (y por tanto discutible), y habría que comenzar por la formación: a mí no me dieron una formación propia de científico, es decir, la que se basa en el cuestionamiento permanentemente de las teorías admitidas para buscar los puntos débiles a fin de profundizar en el conocimiento (como hacen continuamente los físicos, los químicos, los matemáticos). Lo que me dieron fue un adoctrinamiento incuestionable. Tuve que ser yo quien dedicó mucho tiempo a leer a Darwin y a buscar las investigaciones sobre la evolución previas a Darwin y las ideas científicas rechazadas por la biología “oficial”. Esta formación es la causa de que cuando una persona ha asimilado este adoctrinamiento y se ha formado un esquema mental, una visión de la vida, de la realidad —el que ha dirigido toda su carrera científica—, y alguien cuestiona sus más profundas “convicciones”, se sienta atacada, y las reacciones entonces no suelen ser las propias de un debate razonado y meditado, sino más bien agresivas: ¿cómo un tipo vulgar se atreve a cuestionar a un “genio”?

El otro problema es la especialización. Cada científico trabaja en su campo de acuerdo a lo que le han enseñado y no tiene conexión con los nuevos datos de otras disciplinas que resultan contradictorios con las bases teóricas que utiliza en su trabajo. Para muchos especialistas (lo he comprobado) la evolución resulta una especie de curiosidad sin tener en cuenta que los procesos evolutivos son los que explican los fenómenos biológicos actuales (por qué hay virus integrados en los genomas y qué hacen, por qué hay elementos móviles y cómo reaccionan a las agresiones ambientales, etc.). Pero, sobre todo, insisto en que el problema fundamental de la formación y de la investigación en la Universidad es la concepción de la ciencia como una herramienta para el desarrollo y la “competitividad”, lo que ha convertido a la investigación biológica en una loca carrera, mayoritariamente financiada por empresas privadas y, por tanto, con ánimo de lucro, por conseguir “descubrimientos” y “patentes” que tengan una aplicación, es decir, un rendimiento económico. Lo preocupante es que están trabajando al margen de los conocimientos derivados de la investigación “básica”, es decir, no “aplicada”. Y las manipulaciones de procesos que no se conocen suficientemente, y que, por tanto, no se pueden controlar, pueden tener consecuencias peligrosas. No se puede “derrotar” o corregir a la naturaleza. Es infinitamente más poderosa que los hombres, y todavía estamos muy lejos de comprender muchos de sus procesos fundamentales. Ahora, con toda la nueva información de que disponemos, es cuando deberíamos reunirla, trabajar sobre ella para intentar comprenderla y, en consecuencia, respetarla: reconciliarnos con la naturaleza.

Pero, como sabemos, los cambios que se avecinan en la universidad van encaminados a “formar especialistas adecuados a las necesidades del mercado”...

# **DEFENSOR DE LA IGUALDAD**

Este es un rincón donde puede volar tu imaginación en defensa de la igualdad, navegando en el Nautilus por los océanos de la verdad y buscando la unión de todos para conseguir una Tierra llena de vida, respeto y amor.

**miércoles, septiembre 02, 2009**

## **PRIMERA ENTREGA: ENTREVISTA A MÁXIMO SANDÍN, CIENTÍFICO Y LUCHADOR ACTIVISTA POR LA VIDA.**

**A lo largo de una serie de entregas que ire poniendo de forma periódica, reproduciré íntegramente una entrevista que he realizado a Maximo Sandín, un científico que ya en esta ventana de la Igualdad, he hablado de él y que nos abre su ciencia y sus conocimientos, poniendo sobre la mesa de esta bitácora, valientes afirmaciones que por su verdad, son polémicas en el mundo de la ciencia y de esta sociedad manipulada y que sin embargo son una verdadera realidad.**

**Pocos científicos elevan su voz y su disconformidad con el actual sistema, contra el libre mercado responsable de tantas desgracias que nos aíslan a los humanos a convertirnos en verdaderas máquinas sin corazón ni sentimientos.**

**Máximo Sandín, a los que animo que leáis sus investigaciones, sus libros, nos abre los ojos y nos trasmite sus conocimientos y su sabiduría.**

**Sólo decir que esta misma entrevista que reproduciré aquí, ha sido enviada a todos los diputados, eurodiputados y todos los medios de comunicación. Por su contenido, ninguna agencia de prensa se ha atrevido a publicar nada al respecto, cosa que se entiende ya que los poderosos tienen el control de TODOS LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN, excepto por el momento de INTERNET.**

**Espero que podáis difundir estas entregas a todos vuestros contactos.**

**El objeto de publicarlo periódicamente, se debe a que su contenido es amplio. de todas formas si alguien desea que le mande la entrevista completa, no tiene más que pedírmelo a: [nautilusmar@yahoo.es](mailto:nautilusmar@yahoo.es)**

**Gracias por estar ahí.**

**Pedro Pozas**

## **ENTREVISTA**

*Máximo Sandín es Licenciado en Ciencias Biológicas por la Universidad Complutense de Madrid y Doctor en Bioantropología por la Universidad Autónoma de Madrid, en la que ha ejercido su labor docente e investigadora desde 1977. En la actualidad es Profesor Titular en el Departamento de Biología en el que tiene a su cargo la docencia de Evolución humana y Ecología humana.*

*Su labor investigadora estuvo centrada durante veinte años en el estudio de la influencia de los factores ambientales en el crecimiento y desarrollo infantil, así como investigaciones sobre nutrición y salud pública, línea que abandonó a partir de 1995 para dedicarse por entero al estudio de la evolución.*

[http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/msandin/](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/msandin/)

**1.- Nos conocimos en el curso de la UNED celebrado el pasado mes de julio en Logroño, que tenía precisamente como tema principal “DARWIN”. Dimos una charla cada uno y después compartimos una mesa redonda toda la mañana. Más tarde le propuse entrar en el Proyecto Gran Simio que aceptó de buena gana haciéndose miembro del mismo y posteriormente le propusimos ser Asesor Científico, que igualmente aceptó con agrado. ¿Por qué apoya nuestro trabajo? ¿Qué significan para Vd. los Grandes Simios?**

En el curso mencioné que es muy posible que su extinción esté desencadenada. Si tenemos en cuenta qué tipos de intereses gobiernan el Mundo y en qué situación han puesto a África, Sumatra y Borneo no parece que haya motivos para albergar muchas esperanzas, pero precisamente por eso es por lo que hay más motivos para luchar por ellos. Cualquier extinción es una catástrofe ecológica que acerca al derrumbe del ecosistema total. Cualquiera de las muchas que estamos provocando es un paso más hacia la catástrofe general. Los ecosistemas se rigen por complejas interrelaciones entre todos, absolutamente todos sus componentes. Cuando alguno de estos desaparece tienen una gran capacidad para “recomponerse”, pero si se van acumulando extinciones llega un momento en que las redes de relaciones se rompen y se produce un derrumbe catastrófico de todo el ecosistema. Pero en el caso de los grandes



simios creo que el problema tiene un fuerte componente ético o filosófico (no sé cómo calificarlo) añadido; los grandes simios (chimpancés, gorilas, orangutanes) son algo más que especies que comparten con nosotros un antecesor común más o menos lejano: son “especies hermanas”. Las “especiaciones”, es decir, la aparición de nuevas especies no es un proceso por el que éstas se van diferenciando gradualmente de las antecesoras. Es un proceso brusco por el que se modifican determinadas “redes” de información genética que controlan el desarrollo embrionario y que producen remodelaciones más o menos grandes que afectan a todo el organismo. Es lo que, en términos

paleontológicos se conoce como “el equilibrio puntuado”, propuesto por Eldredge y Gould y basado en la observación del registro fósil, aunque ellos no daban una explicación sobre cuál era el proceso implicado. Es una descripción de lo que se observaba: las especies cambiaban bruscamente dando lugar a una o varias “especies hermanas” que permanecían en períodos de “estasis”, es decir, sin cambios o cambios poco significativos durante períodos de uno a diez millones de años hasta que un nuevo cambio repetía el proceso. También comprobaron que esos cambios coincidían con algún tipo de disturbio ambiental. Ahora se sabe que los genomas

contienen una gran cantidad de “elementos móviles” que actúan (entre otras cosas) como reguladores de otros genes y se ha comprobado experimentalmente que cambian de posición (no a “cualquier sitio”) ante agresiones ambientales como radiaciones o sustancias químicas o algún otro tipo de agresión que producen lo que se conoce como “estrés genómico”. Es decir,



ahora tenemos datos verificables sobre cómo se puede producir lo que se observa en el registro fósil. Por lo tanto, la evolución humana se ha debido de producir como en el resto de los animales, es decir, los chimpancés (y sus “parientes”, los bonobos) y los gorilas serían, junto con el hombre, producto de una especiación así. En cuanto al orangután, supongo que lo que voy a decir va a resultar “escandaloso” para algunos, pero creo posible (y algunos científicos chinos opinan lo mismo) que sea el resultado de un proceso semejante en Asia. Lo cierto es que los “árboles filogenéticos” de los mamíferos se han modificado recientemente de un modo radical a partir de los conocimientos sobre sus genomas que los diferencian

en tres grandes grupos: Afrotheria, Eurasiatheria y Xenarthra, con origen respectivo en África, Eurasia y Centro-Sudamérica. En los tres hay formas acuáticas, ungladas e insectívoras que, por su morfología habían sido clasificadas anteriormente como de “origen común”. La explicación genética es que existen unos complejos de genes-proteínas llamados Homeoboxes que son los que controlan la formación de tejidos y órganos durante el desarrollo embrionario que son compartidos por grupos alejados “filogenéticamente”, como, por ejemplo, mamíferos placentarios y marsupiales, algunos muy parecidos morfológicamente, aunque están muy alejados “evolutivamente” según la concepción dominante de la evolución. La evolución es un fenómeno mucho más complejo que lo que nos han intentado hacer creer. Me estoy extendiendo demasiado, como siempre, pero he considerado conveniente las explicaciones anteriores para dar una base a lo que voy a decir ahora, también “escandaloso” (supongo): En concordancia con el “equilibrio puntuado” en el resto de los animales, los *Australopithecus africanus* (con las diversas “especies” de Australopitecinos gráciles) son los primeros fósiles de chimpancés, y los *Australopithecus robustus* (también con sus distintas “versiones”) son gorilas.... Y los *Homo* (de habilis en adelante) son hombres. Me resulta asombroso cómo las ideas preconcebidas sobre cómo “ha de ser” la evolución hagan que se de un gran valor a variaciones de tamaño o morfología craneal que no son mucho mayores que las que existen actualmente en los hombres para asignar “especies” diferentes a “homínidos”, como los expertos les llaman, a hombres con cultura y comportamiento humano y no se molesten en poner juntos un cráneo de chimpancé y uno de *africanus* o de gorila y *robustus* y mirar las estructuras óseas cuya única diferencia es una pequeña “acentuación”. Claro que las características iniciales de los grandes simios no eran “tan acentuadas” como las actuales. Tampoco las de los primeros hombres. Como en el resto de los animales han sufrido, a lo largo de la “estasis” cambios no sustanciales.



**Pero esto no es sólo una deducción: Marc Verhaegen, un paleoantropólogo tan lúcido como honesto (como, al parecer, ignorado), ha relacionado, mediante un estudio multifactorial, 39 caracteres craneodentales de chimpancé, gorila y hombre con los de fósiles de “homínidos”,**

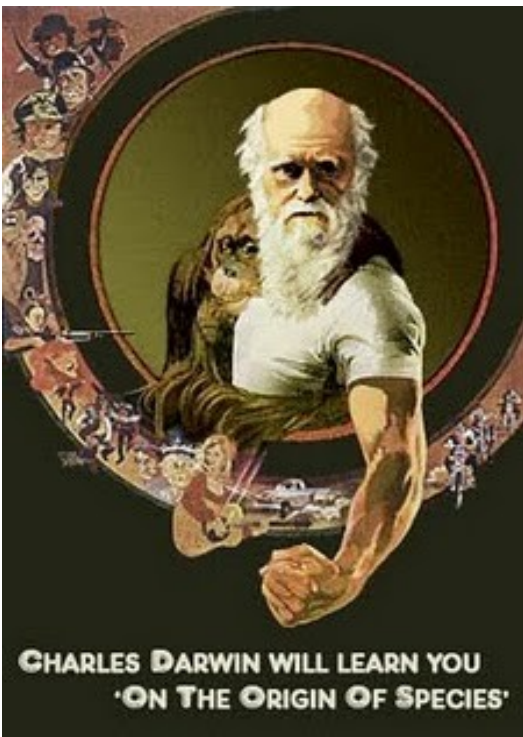


**africanus y robustus, es decir, dejando que el análisis los agrupe sin condiciones previas. El resultado es que el programa, el ordenador, agrupaba los chimpancés con los africanus, los gorilas con los robustus, y los hombres con los hombres. Sin embargo, los expertos “consagrados” en la evolución humana siguen afirmando que no hay fósiles de chimpancé ni de gorila, pero no importa “porque lo que se necesita son hombres-mono”, y siguen encontrando “especies nuevas de homínidos”. En definitiva y tras esta “pequeña” introducción, respondo la pregunta: Los Grandes Simios son nuestras “especies hermanas”. No constituyen una familia (una denominación taxonómica tan artificial como la mayoría de ellas) que incluye los distintos géneros Gorilla, Pan, Pongo, y Homo. Si hay que clasificarlos taxonómicamente, pertenecerían a un solo género. Y si hubiera que ponerle un nombre, yo optaría por el género Homo. Si permitiéramos que se extinguieran pudiendo impedirlo, es más, el hecho de provocar nosotros mismos la extinción de**

**nuestros hermanos en la naturaleza trascendería la catástrofe ecológica. Sería el más grave indicio de degradación, de miseria ética y moral de nuestra especie.**

**2.- ¿Han tenido consecuencias negativas para Vd. su trayectoria en contra del “bomm” darvinista? ¿Ha tenido problemas para publicar sus estudios en revistas especializadas que tienen que pasar un control científico, muchas veces manipulado? ¿Se arrepiente de ello? ¿Cómo le ha afectado a su trayectoria profesional y personal?**

**Supongo que mis textos poco “convencionales” dan esa impresión, pero las revistas especializadas publican trabajos especializados. Cuando hacía investigación convencional publicaba en revistas de Antropología biológica o en revistas médicas de un modo rutinario. Cuando comencé el estudio de la evolución las cosas cambiaron. Escribí un artículo en inglés (moderadamente y razonadamente crítico con el darwinismo) que estuvo dando vueltas por distintas revistas hasta que dejé de intentarlo. Creo que el motivo es que para publicar en**



**inglés (como se sabe “el idioma científico”) no sólo hay que escribir en inglés; también hay que “pensar en inglés”. Los idiomas no sólo conllevan un vocabulario distinto, sino toda una carga cultural en lo que se refiere a la concepción del Mundo, de la realidad. Por ejemplo, en inglés selfish, el que “se preocupa por sí mismo”, el que va a lo suyo, es una condición, incluso, lógica. En español (al menos antes de la “colonización cultural”) esa condición, el egoísmo, se consideraba la de una mala persona. The fittest, el “más adecuado”, el más ajustado al sistema, es algo muy valorado en la cultura anglosajona, pero en nuestro, antiguamente menos “pragmático” país, la traducción adecuada sería “el más pringao”. Y, naturalmente, Darwin es incuestionable en el mundo anglosajón. Es su gran figura histórica que trajo “la verdad” al mundo que,**

**CHARLES DARWIN WILL LEARN YOU  
‘ON THE ORIGIN OF SPECIES’**

curiosamente, era “la verdad” de la cultura calvinista. El otro “profeta” fue Adam Smith (iba a decir “pero esa es otra historia”, pero no, es la misma historia): “cada cual busca su propio interés”, “el egoísmo individual lleva al bien general”, “Dios bendice a los hombres laboriosos y virtuosos (fittest) (y a los pobres que les den)”, “el Mundo es para los más aptos”, etc. Los estudios sobre la evolución previos a Darwin en otros países no parecen haber existido para el ámbito anglosajón, y si hablan, por ejemplo, de Lamarck es, en todo caso, para ridiculizarle sin molestarse en saber qué decía en realidad (con el cuello de la jirafa tienen bastante). Así que como yo me he negado siempre a “pensar en inglés” decidí publicar sólo en español (cosa



que algunos colegas me han recriminado porque eso “limita la difusión”). Pero me resulta de un provincianismo acomplejado que se conceda una gran autoridad científica a un trabajo publicado en inglés aunque diga las sandeces más grandes (hay artículos de Nature o Science que son auténticas estupideces) y no se le conceda sólo porque está escrito y “pensado” en español. Así que, como en nuestro país hay unas cuantas revistas serias y de una solvencia demostrada, sólo publico, cuando puedo, en ellas. Si no se leen en otros países, no es nuestro problema. Lo malo es que en nuestro propio país los científicos, los “especialistas” tampoco suelen leerlas. Suelen leer revistas especializadas, fundamentalmente anglosajonas, en las que las publicaciones tienen que seguir los cánones “oficiales”. Por ejemplo, si tratas de un tema que pueda tener alguna relación con la evolución y no

aparece por algún lado la palabra “selección” o, al menos, “competencia”, tendrás problemas para publicarlo. Pero, en fin, lo seguiré intentando. ¿Porqué no se va a poder “hacer ciencia” en español?

En cuanto a mi trayectoria profesional, el único perjuicio ha sido el económico. Desde que dejé de publicar artículos “convencionales”, los “incentivos a la labor investigadora” se acabaron. ¿Sabía Usted que se valora más, para cada uno de los firmantes, un “paper” (en inglés) de una página sobre la actividad de una proteína firmado por seis personas, de las que cuatro no saben de qué va la cosa, que un libro? Para ser exactos, un libro no se valora. Y de las revistas españolas ni hablamos... Pero no me considero marginado. Si no acepto las reglas del juego, es normal que me quede fuera. Simplemente, no existo dentro de la “ortodoxia”. Pero mis últimos años me han hecho disfrutar mucho de mi trabajo, con mis alumnos, aprendiendo juntos, con las lecturas sobre los nuevos descubrimientos. Con la alegría que te producen los hallazgos sobre la complejidad de la información genética y su interacción con el ambiente, o sobre las increíbles actividades de las bacterias y los virus. Creo que disfrutar con tu trabajo es una gran suerte, y como no tengo prisa (ni esperanza en que se recapacite), al menos procuro ser de utilidad, aportar algo a los que lo quieran aceptar. Estar tranquilo con mi conciencia.

Publicado por PEDRO\_POZAS en [7:45 PM](#)

sábado, septiembre 26, 2009

## AGENDA VIVA ENTREVISTA AL CIENTIFICO MÁXIMO SANDIN

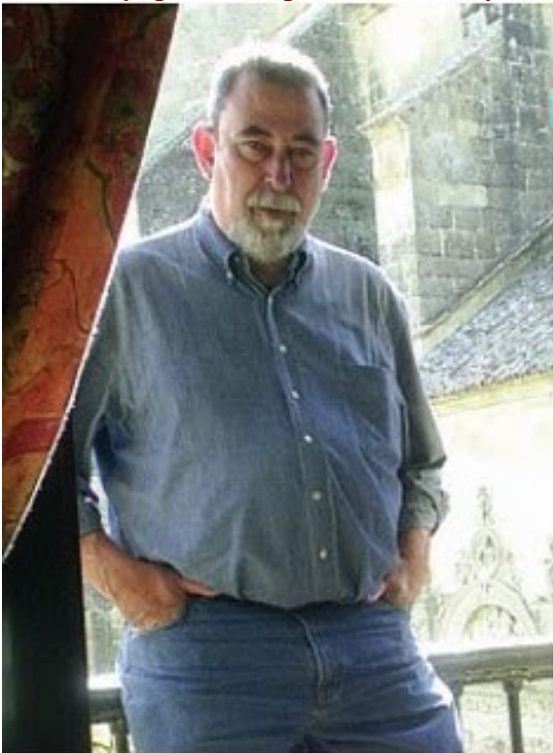
AGENDA VIVA, ha publicado una entrevista muy interesante al científico Máximo Sandin, que rompe esquemas a una ciencia ciega y pasada de moda, hundida en el pasado, el clasismo y con muros egocéntricos, dando paso a la verdadera ciencia de buscar nuevos paradigmas y descubrimientos de los que desconocemos o que conocemos y debemos cambiar. Os aconsejo que la leáis.

**Pedro Pozas Terrados**

**NOTA: PARA VER LA ENTREVISTA COLOCA EL PUNTERO ENCIMA DE LA FOTOGRAFIA DE MÁXIMO SANDIN Y ENTRA.**

*«La naturaleza no es un campo de batalla en el que todos los seres vivos compiten permanentemente»*

El presente año 2009 ha sido designado a nivel internacional “Año de Darwin”. Ello ha supuesto la organización de todo tipo de actividades para la difusión de su figura y de la famosa teoría de la evolución que desarrollaba en su libro *El origen de las especies*, publicado en 1859, y que tanto peso científico y social sigue teniendo en la actualidad.



Sin embargo y pese a constituir un compendio de postulados ampliamente aceptados, se trata de una teoría realmente controvertida, cuyos pilares fundamentales siguen sometidos a discusión, de manera paralela a los avances desarrollados en las ciencias de la vida. Hemos querido complementar la visión general de las teorías evolutivas modernas sometiendo a debate los postulados darwinistas a través de las reflexiones del doctor Máximo Sandín, biólogo y profesor titular de la Universidad Autónoma de Madrid, experto en temas evolutivos y autor de numerosos artículos, libros y reseñas sobre la evolución de los organismos vivos.

Hemos preguntado al profesor Sandín por la vigencia actual de la teoría de la evolución tal y como la formuló Charles Darwin, por los postulados básicos de la misma en relación a los últimos avances en la biología, por la relación entre el debate evolucionismo-creacionismo y las teorías darwinistas, y sobre los vínculos entre la manera de entender la naturaleza y las sociedades humanas y

los postulados de las teorías evolutivas vigentes.

**José F. Gómez Sánchez**

Publicado por PEDRO\_POZAS en [5:46 PM](#)