

# Encuentros en la Biología

A stylized green tree logo with a thick trunk and many thin, branching limbs, positioned to the right of the title.

ENTREVISTA A CARLOS BELMONTE  
PREMIO NACIONAL DE MEDICINA 2009

**Director:**

**Salvador Guirado**

[guirado@uma.es](mailto:guirado@uma.es)

Biología Celular -Neurobiología

**Co-Editores:**

**José María Pérez Pomares**

[jmperezp@uma.es](mailto:jmperezp@uma.es)

Biología del desarrollo y cardiovascular

**Miguel Ángel Medina Torres**

[medina@uma.es](mailto:medina@uma.es)

Biología Molecular y de Sistemas-

Biofísica-Bioquímica

**Comité editorial:**

**Alberto Martínez**

[almarvi@wanadoo.es](mailto:almarvi@wanadoo.es)

Educación Ambiental

E. Profesional para el Empleo

**Alejandro Pérez García**

[aperez@uma.es](mailto:aperez@uma.es)

Microbiología, Interacción planta-  
patógeno

**Alicia Rivera**

[arivera@uma.es](mailto:arivera@uma.es)

Neurobiología

Enfermedades neurodegenerativas

**Ana Grande**

[agrande@uma.es](mailto:agrande@uma.es)

Genética-Virología, Patogénesis virales

**Antonio Diéguez**

[dieguez@uma.es](mailto:dieguez@uma.es)

Filosofía de la Ciencia

**Enrique Moreno Ostos**

[quique@uma.es](mailto:quique@uma.es)

Ecología- Limnología

**Enrique Viguera**

[eviguera@uma.es](mailto:eviguera@uma.es)

Genética- Genómica

**Félix López Figueroa**

[felix\\_lopez@uma.es](mailto:felix_lopez@uma.es)

Ecología-Fotobiología, Cambio  
climático

**Fernando Ojeda Barceló**

[fernando-ojeda@ecourban.org](mailto:fernando-ojeda@ecourban.org)

Educación Ambiental

Educación Secundaria

Empleo de T.I.C. en docencia

**Francisco Cánovas**

[canovas@uma.es](mailto:canovas@uma.es)

Fisiología Molecular Vegetal,  
Bioquímica y Biología Molecular

**Jesús Olivero**

[jesusolivero@uma.es](mailto:jesusolivero@uma.es)

Zoogeografía

Biodiversidad animal

**José Carlos Dávila**

[davila@uma.es](mailto:davila@uma.es)

Biología Celular -Neurobiología

**Juan Antonio Pérez Claros**

[johnny@uma.es](mailto:johnny@uma.es)

Paleontología

**Juan Carlos Aledo**

[caledo@uma.es](mailto:caledo@uma.es)

Bioquímica-Biología Molecular,  
Energética de procesos biológicos

**Juan Carlos Codina**

[jcc110@hotmail.com](mailto:jcc110@hotmail.com)

Microbiología

Educación Secundaria

**Margarita Pérez Martín**

[marper@uma.es](mailto:marper@uma.es)

Fisiología Animal

Neurogénesis

**María del Carmen Alonso**

[mdalonso@uma.es](mailto:mdalonso@uma.es)

Microbiología de aguas

Patología vírica de peces

**María Jesús García Sánchez**

[mjgs@uma.es](mailto:mjgs@uma.es)

Fisiología Vegetal

Nutrición mineral

**María Jesús Perlés**

[Mjperles@uma.es](mailto:Mjperles@uma.es)

Geomorfología, Riesgos

medioambientales

**M. Gonzalo Claros**

[claros@uma.es](mailto:claros@uma.es)

Bioquímica-Biología Molecular y

Bioinformática

**Raquel Carmona**

[rcarmona@uma.es](mailto:rcarmona@uma.es)

Ecofisiología

Biorremediación

**Trinidad Carrión**

[trinicar@uma.es](mailto:trinicar@uma.es)

Ciencias de la Salud

E-Salud

## Índice

Editorial	1
La imagen comentada	1
Monitor	2
Entrevista a Carlos Belmonte	3
A Debate (1): La guerra contra bacterias y virus: una lucha autodestructiva	9
A Debate (2): Los microorganismos y el espíritu de Woodstock	13

**Diseño:**

Raúl Montañez Martínez ([raulemm@uma.es](mailto:raulemm@uma.es))

**Coordinador de la edición electrónica**

([www.encuentros.uma.es](http://www.encuentros.uma.es)):

Ramón Muñoz-Chápuli

**Correspondencia a:**

Miguel Ángel Medina Torres

Departamento de Biología Molecular y Bioquímica

Facultad de Ciencias

Universidad de Málaga

29071 Málaga

Editado con la financiación del Vicerrectorado de

Investigación de la Universidad de Málaga

**Depósito Legal:** MA-1.133/94

**ISSN:** 1134-8496

El equipo editorial de esta publicación no se hace responsable de las opiniones vertidas por los autores colaboradores.

## EDITORIAL

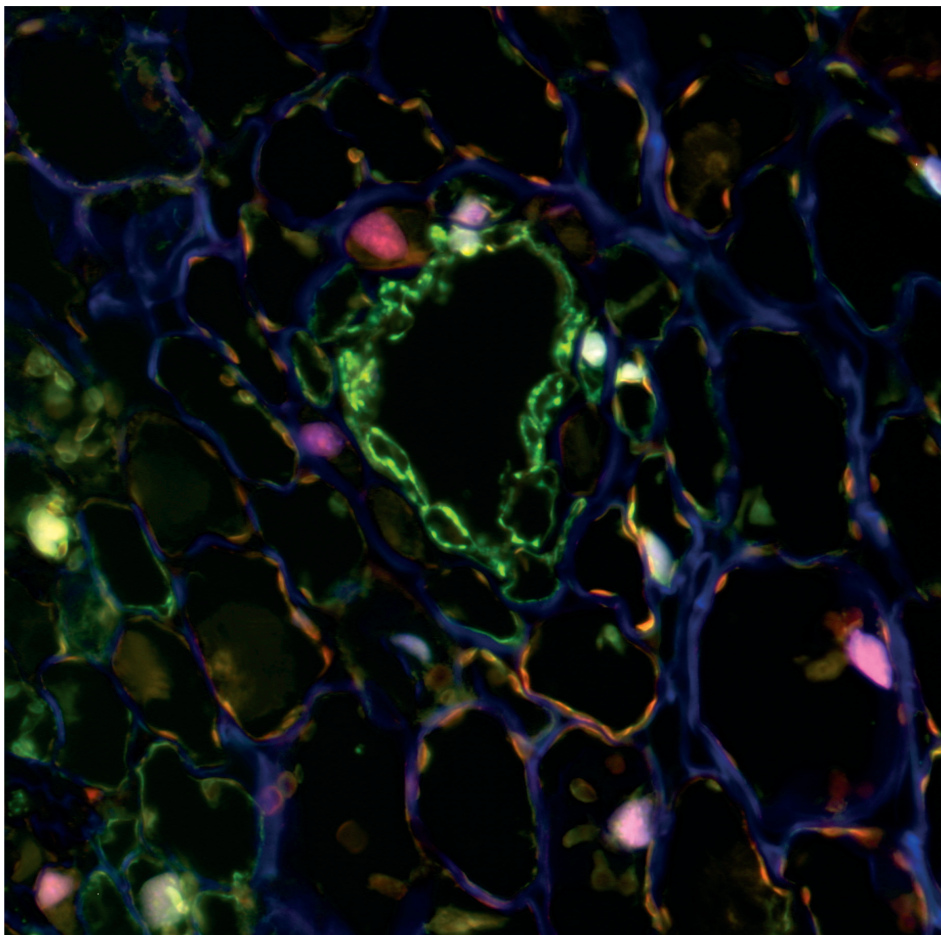
Empezamos un nuevo año de *Encuentros en la Biología* con la intención de no perder el hilo argumental de muchos de los temas que hemos discutido en estas páginas a lo largo de 2009. Este nº127 incluye, por primera vez en la historia de esta publicación, una entrevista. El entrevistado es ni más ni menos que Carlos Belmonte, neurofisiólogo, padre del Instituto

de Neurociencias de Alicante, presidente de la IBRO (*Internacional Brain Research Organization*) y Premio Nacional de Medicina de 2009. Queremos agradecer desde este rincón editorial tanto la amabilidad y disposición del Dr. Belmonte para colaborar con nosotros, como el entusiasmo con el que la Dra. Sánchez-García (Universidad de Valladolid) aceptó

en su momento el papel de entrevistadora. Iniciamos también con este número la sección *A debate*, que pretende ofrecer dos puntos de vista distintos sobre un tema de interés pero claramente controvertido. Redondean esta edición las secciones *La imagen comentada* y *Monitor*.  
Los co-editores



## LA IMAGEN COMENTADA



### Inmunolocalización de GABA en conducto resinífero de pino.

Los conductos resiníferos son estructuras tubulares con una cavidad central revestida de células epiteliales que secretan una resina rica en terpenoides. La resina está implicada en la defensa de la planta frente a patógenos (hongos, insectos). La señal de GABA (verde) sugiere un papel de este metabolito en la respuesta de defensa frente a estrés de origen biótico. La imagen corresponde con una sección de tallo de plántulas de pino en la que se muestra parte del córtex. La detección del GABA se realizó con un anticuerpo primario anti-GABA y un secundario unido a un fluoróforo. El diámetro del conducto resinífero mide unos 50 µm. La imagen se obtuvo durante una estancia predoctoral del Dr Molina-Rueda en el Laboratorio del Prof. Pissarra en la Universidad de Porto y forma parte de los estudios presentados en su Tesis Doctoral (con mención de Doctorado Europeo, 2009).

**Juan Jesús Molina Rueda\***, **José Pissarra<sup>^</sup>** y **Fernando Gallardo<sup>#</sup>**

\*Investigador post-doctoral contratado. Rutgers University, New Jersey, Estados Unidos.

[juanjesusmolina@gmail.com](mailto:juanjesusmolina@gmail.com)

<sup>^</sup>Profesor del área de Biología Vegetal en la Universidad de Porto, Portugal. [jpissarr@fc.up.pt](mailto:jpissarr@fc.up.pt)

<sup>#</sup>Profesor Titular del área de Bioquímica y Biología Molecular de la Universidad de Málaga.

[fgallardo@uma.es](mailto:fgallardo@uma.es)

## Los principales de la ciencia en 2009:

Como ya es habitual, el último número del año 2009 de la revista *Science* contiene su muy seguida lista de "los 10 principales de la ciencia", designando *Breakthrough of the Year* al tema de investigación más "impactante". El año pasado este nombramiento honorífico le ha correspondido a los estudios sobre los restos de *Ardipithecus ramidus*, un putativo ancestro del hombre con 4,4 millones de años de antigüedad. Los nueve temas que le siguen en la lista son:

\* Los estudios cosmológicos realizados con el telescopio espacial de rayos gamma *Fermi*, lanzado por la NASA en junio de 2008.

\* Nuevos avances en el conocimiento del receptor de la hormona vegetal ABA (ácido abscísico).

\* Los *monopolos* estudiados en materiales tales como los titanatos de holmio y de disprosio.

\* Los estudios sobre la prolongación de la longevidad de ratones tratados con rapamicina.

\* Los estudios de la misión *Lunar Crater Observation and Sensing Satellite* que han encontrado evidencias de una fuente de agua en la Luna.

\* Las nuevas aplicaciones de la terapia génica, después de una larga travesía del desierto.

\* Nuevos avances en el área de los nuevos materiales, en este caso en relación con los grafenos.

\* Los nuevos resultados obtenidos con la sonda espacial *Hubble*, publicados por la NASA en septiembre de 2009, tres años después de la misión de reparación del equipo.

\* La puesta en funcionamiento de LCLS (*Linac Coherent Light Source*), una fuente láser de rayos X, capaz

de producir pulsos de rayos X de 2 millonésimas de nanosegundo.

Enlace: [www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org)

## El Método del Año 2009:

La revista *Nature Methods*, por su parte, ha hecho público el nombramiento de Método del Año 2009 a la reprogramación celular inducida de células adultas. Recordemos que éste fue precisamente el *Breakthrough of the Year 2008* y merecedor del Premio Lasker 2009 a la investigación biomédica básica (para más información, ver "Un otoño de premios" y "Otro otoño de premios" en *Encuentros en la Biología* 123 y 125, respectivamente).

Enlace: [www.nature.com/nmeth](http://www.nature.com/nmeth)



## Instrucciones para los autores

La revista *Encuentros en la Biología* es una publicación que pretende difundir, de forma amena y accesible, las últimas novedades científicas que puedan interesar tanto a estudiantes como a profesores de todas las áreas de la biología. Además de la versión impresa, la revista también se puede consultar en línea en <http://www.encuentros.uma.es/>. **Cualquier persona puede publicar en ella siempre que cumpla las siguientes normas a la hora de elaborar sus originales:**

- 1 Todos los manuscritos deberán ser inéditos o contarán con la autorización expresa del organismo que posea los derechos de reproducción. Además, deben tener alguna relación con el objetivo de la revista —los que simplemente reflejen opiniones se rechazarán directamente—.
- 2 El formato del documento puede ser RTF, SXW/ODT (OpenOffice) o DOC (Microsoft Word). Debido a las restricciones de espacio, la extensión de los mismos no debe superar las 1600 palabras; en caso contrario, el editor se reserva el derecho de dividirlo en varias partes que aparecerán en números distintos.
- 3 Cada contribución constará de un título, autor o autores, y su filiación (situación académica; institución u organismo de afiliación; dirección postal completa; correo electrónico; teléfono). Para diferenciar la afiliación de diferentes autores utilice símbolos (\*, #, ¶, †, ‡) después del nombre de cada autor.
- 4 Los nombres de las proteínas se escribirán en mayúsculas y redondilla (ABC o Abc). Los de los genes y las especies aparecerán en cursiva (ABC, Homo sapiens). También se pondrán en cursiva aquellos términos que se citen en un idioma que no sea el castellano.
- 5 En esta nueva etapa, contemplamos aceptar que aquellos autores que no tengan el castellano como lengua materna puedan remitir sus manuscritos en inglés. Una vez aceptado, un resumen del mismo en castellano sería elaborado por el propio equipo editorial.
- 6 Las tablas, figuras, dibujos y demás elementos gráficos, en blanco y negro puros, escalas de grises o color, deberán adjuntarse en ficheros independientes. Las figuras, las fórmulas y las tablas deberán enviarse en formatos TIFF, GIF o JPG, a una resolución de 300 dpi y al menos 8 bits de profundidad.
- 7 Cuando sean necesarias, las referencias bibliográficas (cuatro a lo sumo) se citarán numeradas por orden de aparición entre paréntesis dentro del propio texto. Al final del mismo, se incluirá la sección de Bibliografía de acuerdo con el estilo del siguiente ejemplo:  
Einstein Z, Zwstein D, DReistein V, Vierstein F, St. Pierre E. Spatial integration in the temporal cortex. *Res Proc Neurophysiol Fanatic Soc* 1: 45-52, 1974.  
En caso de citar un libro, tras el título deben indicarse la editorial, la ciudad de edición y el año.  
Si el texto principal no incluye referencias bibliográficas, se ruega a los autores que aporten 3-4 referencias generales "para saber más" o "para más información".
- 8 Aquellos que quieran contribuir a la sección *La imagen comentada* deberán remitir una **imagen original** en formato electrónico con una resolución mínima de 300 dpi y, en documento aparte, un breve comentario (de no más de 300 palabras) de la misma. Dicho comentario describirá la imagen, destacará la información relevante que aporta y/o especificará los procedimientos técnicos por los que se consiguió.
- 9 Los co-editores considerarán cualesquiera otras contribuciones para las diferentes secciones de la revista.
- 10 Envío de contribuciones: el original se enviará por correo electrónico a los co-editores ([medina@uma.es](mailto:medina@uma.es), [imperezp@uma.es](mailto:imperezp@uma.es)) o a cualquier otro miembro del comité editorial que consideren más afín al contenido de su contribución. Aunque lo desaconsejamos, también se pueden enviar por correo ordinario (Miguel Ángel Medina, Departamento de Biología Molecular y Bioquímica, Universidad de Málaga, 29071 Málaga, España) acompañados de un CD. No se devolverá ningún original a los autores.





## ENTREVISTA A CARLOS BELMONTE

PREMIO NACIONAL DE MEDICINA 2009

por Ana Sánchez García

Llego a Alicante en tren. Carlos Belmonte me espera a la puerta de la estación y me lleva al Instituto de Neurociencias. Esa tarde, para él, yo soy la importante. Mi relación con Carlos siempre fue así, incluso cuando acababa de llegar a Valladolid en 1973 y yo no era más que una aspirante a alumna interna. Siempre que necesité algo él me prestó la misma atención, tan especial, con la que me recibe hoy. Carlos Belmonte ha estado presente en las decisiones más importantes que he tomado en mi vida científica. Pero de todo esto, de su idea de la relación profesor-alumno, de su afán por generar conocimiento y entusiasmo, de sus estupendas ideas para mejorar el futuro de los jóvenes científicos, quiero que nos hable el mismo. De modo que, en cuanto llegamos a su despacho, y después de comprobar que mi cinta no funciona, aparece Carlos con su *i-Phone* programado en modo grabación y nos ponemos a hablar con el mismo placer y atención de tantas otras ocasiones.

*Carlos Belmonte (C.B.), Catedrático de Fisiología de la Universidad de Alicante, nació en 1943 en Albacete en el seno de una familia de oftalmólogos con grandes aficiones intelectuales y artísticas. Es, probablemente, la persona que más ha influido en el desarrollo la segunda época dorada de la neurociencia española (uno de sus grandes legados es la creación del Instituto de Neurociencias de Alicante). Ha dedicado toda su vida a la docencia y a la investigación, educando y creando las condiciones idóneas para una investigación a la vanguardia, labor que ha merecido múltiples honores y premios nacionales e internacionales. En el año 2009 su trayectoria y constante compromiso con el saber fueron reconocidos con el Premio Nacional de Medicina. C.B. ha aceptado ser entrevistado para "Encuentros en la Biología" por Ana Sánchez (A.S.), Catedrática de Fisiología de la Universidad de Valladolid, antigua alumna y hoy amiga de C.B., e igualmente una persona con firmes creencias en el valor de una extensa y profunda educación en la formación del científico biomédico.*

**A.S.** Carlos Belmonte es optimista por naturaleza. Ahora me pregunto: ante las amenazas que acechan a la universidad y la investigación con la crisis económica y la implantación de la reforma de Bolonia ¿qué razones ve para el optimismo?

**C.B.** Bueno, de entrada yo soy optimista "ejecutivo", es decir, optimista vital, pero no intelectual, en general mis análisis intelectuales no suelen ser nada optimistas, entre otras cosas porque en términos biológicos creo que la presencia del hombre sobre la tierra es un accidente dentro de la Naturaleza y por tanto no creo mucho en la trascendencia de nada de lo que hacemos. De modo que eso hace que no tenga un optimismo excesivo con respecto a la influencia de las cosas que vamos desarrollando, todas me parecen pasajeras. Y en relación con el futuro de la universidad y de los problemas que tenemos delante, tampoco es que sea pesimista, lo que creo es que, simplemente, las instituciones, los humanos y las circunstancias van cambiando y cuando una herramienta empieza a quedarse muy oxidada, pues se la modifica, o se la cambia o se la tira. Lo que nos está ocurriendo con la universidad, particularmente con la española, es que es una institución que se ha adaptado muy mal a las circunstancias sociales, tecnológicas y de todo tipo que se han producido en nuestro entorno, de modo que lo que está claro es que la universidad tiene que cambiar. Y de manera general, lo que veo es que, mirando con una cierta perspectiva hacia atrás, creo que la universidad, en un momento determinado, es decir, la universidad de la posguerra española (que era la tradicional) cambió mucho con su expansión, me estoy refiriendo a los años 70. De repente, la universidad pasó a convertirse en una gran aspiración de la clase media y media-baja española, que quería que sus hijos fuesen a las escuelas universitarias y facultades para que se formaran mejor y por lo tanto hubo un



gran crecimiento de la universidad española para cubrir ese objetivo educacional, que además ejemplificaba la implantación de la democracia y representaba unas condiciones de mayor igualdad entre los españoles.

**A.S.** ¿Y Carlos Belmonte cree que eso supuso un aumento en la calidad de la universidad o fue un poco lo del “café para todos”?

**C.B.** Bueno, yo desde luego no creo que supusiese un gran aumento en la calidad de la universidad, pero tampoco una pérdida de ésta, ya que la universidad española tradicional tenía muchas deficiencias. Justo antes de la muerte de Franco había comenzado la presión estudiantil; en las facultades de medicina la situación era dramática, yo siempre recuerdo que hicimos un examen en Valladolid en el que citamos a 3.000 estudiantes a examinarse y lo hicimos en un polideportivo para poner en evidencia la masificación de la universidad. Así, surgió una demanda social muy grande porque la gente empezó a tener una situación más acomodada y quería que sus hijos tuviesen una educación mejor de la que habían tenido la mayor parte de los españoles. Eso generó una gran presión social que los sucesivos gobiernos resolvieron creando nuevas universidades y por lo tanto llevando la universidad más cerca de la gente para que al ciudadano no le costara tanto dinero la educación de sus hijos. En conjunto, yo creo que eso, como medida global, ha sido bueno, en el sentido de que hemos tenido millones de estudiantes españoles que se han educado en un nivel superior al del bachillerato. Creo que lo que nos faltó en aquel momento fue generar unos mecanismos que preservaran el objetivo de, al mismo tiempo, crear élites intelectuales, científicas y tecnológicas. Los criterios fueron muy igualitaristas en la manera de repartir los recursos; democracia e igualitarismo eran sinónimos entonces y eso hizo que en la universidad española se frenara cualquier movimiento que permitiera a unos destacar sobre otros. Por otro lado, la dictadura había caído en parte gracias a una presión en la calle en la que había participado de forma muy activa la universidad, que pasó a considerarse como depositaria del concepto de “democracia” y en la Constitución, incluso, se consideró a la universidad como un poder autónomo al margen de los políticos. Se buscaba que el poder político no influyese en la universidad, guardiana de las esencias de la libertad, pero creo que eso ha llevado a nuestra universidad a ser endogámica y patrimonialista y con criterios muy corporativos. Es decir, a mí me resulta paradójico que en una democracia, la universidad esté tomando decisiones con dinero público votadas por los que se benefician directamente de ese dinero.

**A.S.** Sé por experiencia que a veces empleamos más esfuerzo y tiempo con los malos alumnos que con los buenos. No fue ese el caso en mi relación con Carlos Belmonte. Y ahora le pregunto: ¿Qué se le ocurre para rescatar para la academia y la investigación a los mejores? ¿Cómo es posible que cuanto más rica se hace nuestra universidad peores candidatos tengamos para iniciar la carrera investigadora?

**C.B.** Yo creo que el problema de fondo sigue siendo el mismo. A la gente buena, a los que están buscando la excelencia de verdad, les gusta sentirse desafiados por el sistema, pero el sistema del que hablamos es uno en el que las personas inteligentes rápidamente se dan cuenta de que los modos de conseguir metas científicas y académicas no están relacionados con la valía intelectual, el esfuerzo científico, la originalidad, sino que tienen más que ver con “chupar rueda”, el no marcharse para que el hueco no lo ocupe otro. Ese sistema rechaza a la gente destacada y de hecho todos los días en nuestro centro (el Instituto de Neurociencias de Alicante, un centro mixto entre el CSIC y la Universidad de Alicante), vemos que la gente que quiere hacer investigación se va al CSIC y no a la Universidad, que no puede garantizar en absoluto el que se pueda hacer una investigación de calidad.

**A.S.** Es un poco triste todo esto, ¿no?

**C.B.** Pues sí, pero son realidades. Al fin y al cabo lo que le hace falta al país es que se formen buenos científicos. ¿Cómo lo hacemos? De la manera que nos resulte más barata y más eficiente. Si la universidad es incapaz de hacerlo pues habrá que aceptar eso y la universidad pasará a ser otra cosa y tendrá otros fines. Para nuestra generación será triste, pero no es la primera vez en la historia de la universidad. Las academias científicas, en su momento, surgieron confrontándose a la escasa generación de conocimiento de las universidades, a su extremo academicismo.

**A.S.** Ahora que Carlos Belmonte es una persona “mayor” y experimentada voy a permitirme “alumbrar” 4 momentos de su vida:

-Como hijo de una familia liberal y acomodada de oftalmólogos y artistas bajo la importante influencia de su padre.

-Como joven trasplantado a Madrid seducido por la ciencia y la fenomenal figura de su maestro Antonio Gallego.

-Como “niño de Harvard” recién llegado a Valladolid, donde yo le conocí.

-Como flamante Premio Nacional de Medicina, Presidente de la IBRO (*Internacional Brain Research Organization*) y creador del Instituto de Neurociencias de Alicante.

¿En cuál de estos momentos la resultante entre expectativas y logros dependió de un esfuerzo mayor?







*Un jovencísimo Carlos Belmonte junto a Lord Adrian fotografiados en Santander en 1962. Edgar Douglas Adrian, Lord Adrian (1889-1977) fue Professor of Physiology en la Universidad de Cambridge y Premio Nobel de Medicina y Fisiología en 1932 por sus investigaciones sobre la función neuronal (compartido con Sir Charles Sherrington)*

**C.B.** Analizando esos períodos de mi vida, lo que puedo decir es que siempre actué con gran ilusión, siempre he tenido un proyecto de futuro que me ha hecho ilusionarme. De verdad, yo no me considero excepcional en nada, en lo único en lo que creo que sí he tenido más capacidad que otras personas es en transmitir mi entusiasmo, eso sí que me parece que he sido capaz de hacerlo bien y esa ha sido la razón de que tanta gente joven hoy día se haya dejado “engañar” por mis sueños. Cada una de esas etapas ha sido muy rica para mí. En Madrid fue donde empecé a hacer ciencia: pintábamos los armarios del laboratorio para que aquello tuviese un aspecto diferente y además tenía la suerte de trabajar con Antonio Gallego, una persona con un enorme liderazgo y gran encanto personal. Quizá el período más “completo” fue el de Valladolid, porque es donde por primera vez tuve la posibilidad de hacer alguna de las cosas en las que yo creía y las hacía sin más cortapisas que las de la realidad social, era yo el que tomaba las decisiones. Fue un momento muy pleno, tenía treinta y pocos años y estuve allí hasta los 37. A la gente de ahora le parecerá que yo era muy joven, pero en aquella época ya tenía tres hijos y ciertamente fue un período de madurez para mí, de plenitud. Después, el período en Alicante y el Instituto de Neurociencias ha sido el más gratificante en resultados. Vine a Alicante y dediqué un gran esfuerzo a intentar montar una nueva Facultad de Medicina con ideas nuevas, que en términos docentes fue muy creativa, pero que en términos ejecutivos fue un fracaso porque apenas quedó nada de aquel esfuerzo. Fueron 5 años en los que, como dijo Simón Bolívar, “aré en el mar”; luego, al cabo de unos años, tuve la sensación de que esos esfuerzos en realidad no se habían perdido: habían sido muchos para un resultado modesto, aunque sirvieron de base a la creación del Instituto de Neurociencias. Yo me fui un año a EEUU y cuando volví fue cuando empezamos con el Instituto. Confío en que, en términos influencia y permanencia, el Instituto de Neurociencias tenga mejores oportunidades

que los otros proyectos. ¿Y ahora? Bueno, ahora estoy en un momento de la vida muy satisfactorio porque, aunque sin grandes esperanzas de futuro, sigo teniendo ilusiones, más controladas y realistas, sabiendo que lo que haga ahora, puede dar frutos, pero que a lo mejor yo no voy a llegar a verlos, pero sigo igual, no he perdido ilusión, me divierto, me meto en el laboratorio haciendo lo que hacía cuando tenía 25 años y me lo paso fenomenal. Es posible que la ilusión y el sentido de la diversión en el trabajo sea lo único que no he perdido.

**A.S.** Eso nos lleva a la siguiente pregunta. Hace tiempo que aprendí de Carlos Belmonte que la mejor receta para conseguir algo es divertirse con ello. ¿Qué le divierte ahora a Carlos Belmonte en lo profesional? ¿Y en lo “otro”?

**C.B.** Pues casi todo lo que me divierte sigue estando más o menos relacionado con lo profesional. Entendámonos, en lo “otro” tengo una vida muy placentera, pero en lo profesional lo que me más me divierte es trabajar en el laboratorio, sobre todo hacer experimentos. La ventaja de la neurofisiología es que el experimento sale o no sale y uno lo ve pronto. Hay una frustración cuando no sale, pero cuando sí sale ves los hallazgos y descubrimientos casi inmediatamente, y eso es muy divertido. Y además lo paso muy bien con la gente joven, muy joven, que es con la que yo trabajo. Pero también me meto en otros tinglados, yo es que creo que, simplemente, me divierte “hacer cosas”.

**A.S.** ¿Y cuándo va Carlos Belmonte a Nigeria a dar un seminario y se trae a un chico joven de allí para que pueda estudiar en Europa?

**C.B.** A eso me refería, lo que me ocurre es que no sé si he elegido como profesión lo que me apasiona o es que todo lo que hago me apasiona. Tampoco es que haya ahora una gran variedad en mis actividades, pero sí es cierto que me gusta crear posibilidades. El ser Presidente de la IBRO no representa para mí el haberme convertido en una “vaca sagrada”, y aunque es agradable en general, a veces se puede uno sentir un poco incómodo porque se tiende a “glorificar” al que tiene un cargo como ese. Lo cierto es que me da la posibilidad de hacer cosas nuevas y lo disfruto. Ahora estoy metido en



una nueva empresa, intentando crear unas escuelas interregionales de neurociencias. Ayer acabamos la primera en Nápoles, donde seleccionamos a 26 estudiantes de las "riberas" del Mediterráneo, de los cuales 10 eran estudiantes muy brillantes, ya doctores, la mayoría de países europeos, Italia, España, Francia (también había alguno de algún otro sitio de Europa) y 15 eran estudiantes del norte de África y Oriente Medio; teníamos a un israelí sentado al lado de una palestina, marroquíes y argelinos trabajando juntos, colaborando y la verdad es que conformaban un grupo extraordinario. Para nosotros aquí en España, con esa "sequía" que tenemos de gente realmente buena, ha sido una experiencia impresionante, estos chicos van a ser los líderes de la ciencia en sus países en unos cuantos años, por cierto que el 80% eran mujeres. Serán líderes por la tozudez con la que buscan sus metas, por su brillantez, su inteligencia y además se han hecho amigos. Mi esperanza es que haciendo esto durante 10 años el señor que va a ser el director del Departamento de Neurociencias en la Universidad de Uppsala sea amigo del que lo es en la Universidad de Orán. Creo que esa es la manera de que encontremos una base común.

**A.S.** ¿Y esta escuela está en Nápoles?

**C.B.** Bueno la hemos montado en Nápoles con la Fundación Kemali. El presidente de la fundación ha hecho una donación a IBRO, porque se ilusionó con este proyecto y nos ha dejado un piso maravilloso en Nápoles que vale 3 millones de Euros, lleno de antigüedades y de cuadros preciosos, un chalet fantástico cerca del mar y algo de dinero, en total unos 6 millones de Euros.

**A.S.** ¿Y eso financia una estancia de un año en esa escuela?

**C.B.** No, no. La escuela financia un premio de neurociencias que ya daba la Fundación desde hace años, una beca y la organización de la escuela cada dos años. La escuela tiene el piso increíble ese como cuartel general; luego firmamos un convenio con la estación zoológica de Nápoles que es una institución maravillosa y allí realizamos muchos de los actos con gente de Nápoles, siempre con la idea de unir culturas, a europeos y gente de otros países del Mediterráneo. Y ahora quiero extender esto a Latinoamérica con Norteamérica.

**A.S.** ¿Cuántos años lleva celebrándose la escuela?

**C.B.** Es la primera vez que se hace. Es uno de esos proyectos que se me habían quedado por hacer cuando fui Secretario General de IBRO y acepté la Presidencia en cierto modo porque me iba a permitir desarrollarlo. Era una idea que tenía latiendo dentro y sabía que la quería hacer; cuando fui Secretario General puse en marcha lo de las escuelas en las regiones y ahora, pues esto.

**A.S.** ¿Y a este señor de la Fundación lo convenciste tú, o estaba ya convencido de antes?

**C.B.** Bueno, yo contribuí (risas). La verdad es que Marina Bentivoglio, que es la Secretaria General de la IBRO, ha hecho una labor sensacional, ella es italiana y conocía a este señor, un psiquiatra turco que vivía en Nápoles y que ha hecho mucho dinero, no tenía hijos, su mujer era una científica que murió prematuramente y decidió apoyarnos.

**A.S.** Hablemos ahora de medicina. Los dos somos médicos y aunque no hayamos ejercido la profesión asistencial, sabemos que nuestra profesión tiene un gran calado en la sociedad. ¿Cómo ves las crisis reales en las Facultades de Medicina? ¿Cómo se podría aliviar esa carencia de buenos estudiantes que en un futuro puedan dedicarse a la investigación y la docencia? ¿Qué cambios predices para los próximos 20 años?

**C.B.** Pues yo en esto tengo unas ideas bastante claras en cuanto a lo que habría que hacer, que además creo que coinciden con aquello que la realidad nos demanda. La enseñanza de la medicina cada vez está más fuera de esa universidad tipo "college", encaja poco incluso en esa universidad a la búsqueda de la excelencia. La medicina, la formación de los médicos, exige una formación científica e intelectual en general muy seria y luego unos hospitales en los que se aprenda bien la medicina práctica, pues la medicina al final hay que llevarla a los hospitales. Deberíamos tener un curso pre-médico donde los alumnos estudiaran unas disciplinas básicas, que cada vez son más complejas; los alumnos necesitan una formación profunda en biología molecular, celular, genética, física, matemáticas, química, todo eso que antes constituía eso que se llamaba un "selectivo". En el mundo anglosajón se hace un "bachelor" en el que eliges en tu rama, por ejemplo ciencias, aquellas asignaturas que crees que serán críticas para poder llegar a ser, en este caso, un buen médico. Un señor que no haya hecho biología general, genética, bioquímica, morfología de los seres vivos no debería ser aceptado en una facultad de medicina. Una vez hecho eso, yo llevaría a los alumnos a un hospital en el que debería haber grupos de investigación translacionales, con científicos de esos que llamamos "básicos" trabajando con los "clínicos", y que allí aprendieran la medicina de cerca.

**A.S.** ¿Y eso no podría conllevar el riesgo de que algunos profesionales hicieran las cosas sin saber por qué las hacen?

**C.B.** Claro, yo me pregunto cuántos de los médicos en ejercicio hoy saben el porqué de las cosas que hacen. Paradójicamente, el éxito relativo de la docencia médica en nuestro país estriba en que lo que tratamos de enseñar a los estudiantes son los modos de resolver problemas, los ponemos en situaciones complejas, con 10 asignaturas al mismo tiempo, con muchas cosas que hacer. Los que aprueban han aprendido a resolver sí-





tuaciones complejas, algunos han aprendido a aprender, a buscar datos y se manejan en general con una serie de conocimientos "comodin" que son los que les valen para el día a día. Pero la cosa no va más allá de eso, a mí me parece que esto se podría mejorar con la parte práctica de esa formación. El caso es que nuestros estudiantes son muy listos, pero extraordinariamente incultos. Vienen de un sistema educativo funesto, pero siguen siendo chicos muy inteligentes. Cuando hacemos en Alicante el Congreso Nacional de Estudiantes de Medicina, fundado por Antonio García, que llevamos celebrando desde hace más de 20 años, yo me sorprendo porque les preguntamos muchas cosas a los estudiantes de cuarto de medicina, que se han pasado todo el verano aquí encerrados con nosotros, haciendo experimentos en vez de ir a la playa y es una maravilla ver como responden y presentan sus experimentos y resultados. Siguen siendo igual de buenos que éramos nosotros en nuestros tiempos, lo que pasa es que son más incultos y no han sido educados en la sistemática del esfuerzo y la motivación, que -sí existe- es puramente personal, no hay ningún sistema alrededor que les ayude.

**A.S.** Supongamos que en este momento le dan a elegir entre tres ministerios, Sanidad, Educación o Ciencia y tiene que elegir uno. ¿Cuál sería? ¿Por qué? ¿Y qué cambios implementaría?

**C.B.** Yo es que no cogería ninguno.

**A.S.** Pero es que hay que escoger uno...

**C.B.** No, y te voy a decir porqué. En este momento de mi vida (sí me lo hubiesen dicho a los 20 años a lo mejor me lo hubiese planteado...y me habría equivocado), he descubierto es que a mí, ya lo he dicho antes, me gusta hacer cosas, pero me gusta hacerlas con un cierto grado de concreción, en todas aquellas historias en las que he estado metido y cuyo objetivo ha sido generar grandes estructuras teóricas al final me he encontrado con que no llevaban a ninguna parte. Es decir, lo que me gusta del Instituto de Neurociencias es que lo puedo tocar, aquí hay 290 científicos que investigan y publican, hay un edificio...En la IBRO, las escuelas están funcionando, me gusta hacer cosas concretas, pero a los 65 años grandes asuntos como cambiar la educación en España me parecen misiones tremendas, como llevar el timón del Andrea Doria, uno se cansa de darle vueltas al timón y el cambio de rumbo sólo se percibe a 20 Km de donde uno empezó a cambiarlo. Pero por intentar responder de alguna forma a tu pregunta, encuentro más trascendente Educación que Sanidad, sin embargo escogería antes Sanidad porque ahí podría hacer algo más tangible. Pero me parece que la educación es más importante, aunque no me considero cualificado para la gestión educativa. Profesionalmente la Ciencia es lo que me queda más cerca, pero probablemente en términos de poder hacer cosas de orden práctico con un resultado real a corto-medio plazo escogería Sanidad. Pero insisto, no aceptaría un Ministerio, vaya, mañana me viene el Presidente del Gobierno y me ofrece un Ministerio y le digo que me siento muy honrado pero no lo acepto.



*Carlos Belmonte y Ana Sánchez durante la entrevista concedida a "Encuentros en la Biología"*

**A.S.** Estoy convencida de que a toda persona honrada y que se convierte en un personaje público, como le ha pasado a Carlos Belmonte, en algún momento le ataca la sospecha de su propia impostura. ¿Le ataca a Carlos Belmonte? ¿Cuándo?

**C.B.** Risas. Es muy buena pregunta. Ya sabes lo que decía aquel entrevistado: "muy buena pregunta, sí...a ver, la siguiente" (más risas). Bueno, primero yo no me considero un personaje público, afortunadamente. Una de las cosas que a mí más gracia me hace es la aguda certeza de lo poco público que soy, en el sentido de que sales en un periódico nacional, por ejemplo en el suplemento El País Semanal, y sólo te reconocen tus amigos. Después, te ve el 50% de estos amigos y te lee sólo el 10% y se les olvida siete días después, ya del resto de la gente, ni te cuento. Yo tengo una anécdota de cuan-



do me dieron el premio Jaime I, que creo que fue cuando me di cuenta de lo que significaban estas cosas. Me habían dado el premio y yo estaba en Alicante. Es un premio de la Comunidad Valenciana y mi foto estaba en la primera página de todos los periódicos locales. Me citaron para una entrevista en la radio. Salí de mi casa y me dije, "voy a comprar los periódicos", que habían salido a las siete de la mañana. El señor que los vendía los había tenido delante todo el día. Llego y le digo: "me da usted seis periódicos de cada uno de estos". El hombre me miró, cogió los periódicos, me los dio y me dijo: "son tantas pesetas" sin reconocerme... ¡y había una foto mía en la primera página de todos ellos! Ni tan siquiera pareció preguntarse, ¿quién será este señor y por qué se lleva todos estos periódicos?

**A.S.** ¿Y sería así si Carlos Belmonte hubiese sido un asesino en la primera página?

**C.B.** Risas. Pero ¿tú te das cuenta que todo esto es de una vanidad tan estúpida que no lleva ningún lado? Lo de ser un personaje público me imagino que necesita cierta dedicación, tiene uno que cultivarlo para que no se le olvide a la gente y a mí, de verdad, no me resulta cómodo. Puede ser agradable y me siento agradecido cuando la gente me reconoce lo que he hecho, es muy halagador, pero siempre me siento algo avergonzado. Y luego está la parte del impostor. La mayor parte de esas cosas son el resultado de que te ha tocado a ti hacerlas por una serie de afortunadas consecuencias, pero científicamente sé que hay a mí alrededor muchísima gente mejor que yo, gente que es más inteligente, con mayor capacidad de análisis que yo. Simplemente en algún momento determinado has tenido la suerte, la constancia, la tenacidad, la idea y se ha dado una constelación de circunstancias que hacen que seas tú el protagonista (y lo menos impostor posible), pero hay muchas cosas de esas que te quieren atribuir que no te corresponden. Le pasa a todo el mundo. Churchill sí fue un protagonista de la historia del mundo, pero cuando eres un "matao" que se dice, has hecho cuatro cosas en ciencia en tu pequeño país pues la cosa no tiene importancia.

**A.S.** Pues fíjate, está saliendo por allí detrás un arco iris que te da un halo especial, de colores, tiene esto gracia (risas). A ver, ya estamos acabando. Entre el ramillete de virtudes que adornan a Carlos Belmonte, como la inteligencia, la simpatía, la agudeza, la perseverancia, me gustaría que eligiese las tres que lo definen como científico.

**C.B.** Seguramente la perseverancia, el entusiasmo por lo que estoy haciendo y la curiosidad.

**A.S.** Ahora te voy a pedir que elijas, explicándonos las razones de tu elección, a un pintor, un escritor y un director de cine.

**C.B.** Como pintor escogería a Matisse y de los de dentro a Velázquez.

**A.S.** ¿Qué obra se le viene a la cabeza?

**C.B.** Creo que me gustan por como pintaban, no por los temas de su pintura. Me gustan por su forma de pintar, por como cada uno en su época supieron ser innovadores; quizá por eso he escogido a Matisse antes que a Picasso, Picasso admiraba a Matisse, lo envidiaba, pero me parece a mí que Matisse fue más modesto, menos divo y menos impostado.

**A.S.** ¿Y escritores?

**C.B.** ¡Pufff, tengo tantos favoritos! De los de ahora probablemente Vargas Llosa. Me gusta porque a pesar de su ego es un grandísimo escritor, es capaz de contar las cosas como nadie y luego ha mantenido una solidez y una coherencia en su literatura muy respetable y admirable. Me gustan otros, como Borges, que sin embargo me parece un poco más de "fuegos de artificio".

**A.S.** Ahora el director de cine...

**C.B.** Pues a lo mejor Scorsese.

**A.S.** ¿Por qué?

**C.B.** Porque no tiene ínfulas y cuenta historias apasionantes, muy de la vida real, sin caer en el egocentrismo excesivo de Woody Allen, que también me gusta. Kubrik es otro que me gusta... es muy difícil elegir.

**A.S.** Scorsese te va bien, es muy generoso, muy entusiasta, parlanchín...

**C.B.** Sí, sí. Otro que me gusta mucho es Bertolucci...

**A.S.** Pero es más irregular, ¿no?

**C.B.** Es más de obras sueltas, en general me han gustado mucho los italianos. Mi problema es que me gusta mucho el cine...

**A.S.** Bueno, pues nos quedamos aquí, muchas gracias por todo, espero que la entrevista te haya resultado cómoda.

**C.B.** Sí, sí. Gracias a vosotros.



## LA GUERRA CONTRA BACTERIAS Y VIRUS: UNA LUCHA AUTODESTRUCTIVA

Máximo Sandín Domínguez

Profesor del área de Antropología del Departamento de Biología. Universidad Autónoma de Madrid.

[maximo.sandin@uam.es](mailto:maximo.sandin@uam.es)

*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 y 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 evi-

dente 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 darwinista 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 mayor 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 las que siguen. 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 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 90.000 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 am-



bientales (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 sordido 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 Koprowski 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, Koprowski 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 teji-

dos 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 y del interior del organismo, 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 extrema 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 citada:**

- 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., AUXILIE, 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-GORAIYNOFF, 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.

## LOS MICROORGANISMOS Y EL ESPÍRITU DE WOODSTOCK

José María Pérez Pomares

Profesor de Biología Animal. Universidad de Málaga. [jmperezp@uma.es](mailto:jmperezp@uma.es)

En este número 127 de *Encuentros en la Biología* el Dr. Máximo Sandín nos propone una reflexión acerca de los peligros que encierra el control masivo de microorganismos. El tema, no cabe duda, es de esos que solemos llamar “candentes” y no es difícil entender que en ocasiones resulte importante, cuando no imprescindible, aprovechar las oportunidades que se nos brindan para reavivar esta importante discusión. No obstante, a la hora de abordar el

como la “degradación de las relaciones humanas y de los hombres con la naturaleza”.

Entiendo que a muchos pueda resultar desagradable el aceptar que las raíces de una teoría de tan enorme potencia como la darwiniana sean profundamente liberales en la acepción más económica de la palabra (tampoco a mí me produce espasmos de placer), pero todos somos hijos de un tiempo y unas circunstancias que, más temprano que tarde, llegarán

a ser aborrecidas por otros. Es verdad que la visión evolutiva de Charles Darwin y los principios de la sociedad industrial de mercado beben de unas mismas fuentes, que digámoslo también, han sido usadas y procesadas de forma muy distinta en los ámbitos de la economía capitalista y de la ciencia. Sin embargo, para bien o para mal, desde hace ya mucho tiempo, nuestra concepción del mundo no está directamente ligada a la teoría evolutiva, que ha sido fagocitada y transformada por el pensamiento neoliberal. Todo es ya mercado y a estas alturas sólo los ingenuos vocacionales perciben a tal mercado como “una fuerza abstracta”. Y en cualquier caso, ni a la teoría de la evolución ni al mercado podemos acusarlos de ser los primeros responsables de la concepción de la naturaleza y de la sociedad como “un campo de batalla”: Séneca, entre otros, se le adelantó (*Vivir es luchar*).

Por centrar un poco el asunto, creo que casi ninguna persona con una educación básica, menos aún si tiene lecturas científicas razonables, está en situación de negar que el uso indiscriminado de fármacos puede tener, o de hecho tiene ya, efectos secundarios más o menos graves para la salud humana. Dichos efectos son mediados por una continua transformación de las actividades y respuestas tanto reales como potenciales de los microorganismos a los estímulos variables de su medio.



asunto el Dr. Sandín opta por un análisis un tanto parcial, en el que la teoría darwiniana, hermanada con algunos de los principios del llamado “mercado”, resulta responsable de eso que en el texto se define

14) Lo sorprendente del artículo de M. Sandín es que nos insiste en que la sociedad moderna percibe nuestra relación con los microorganismos, gracias a la influencia darwiniana, como una guerra en la que bacterias y virus son el enemigo a batir. A pesar de que no soy nada optimista al evaluar la educación media y aptitud especulativa de la sociedad occidental, múltiples evidencias sugieren que los ciudadanos de los países del “primer mundo” son capaces de distinguir agentes microbianos de orden patógeno de aquellos que no lo son (los anuncios de yogures con *Bifidus* son un posible ejemplo moderno; el uso de bacterias y hongos en la fabricación de quesos, uno histórico). El problema es formativo y de actitud crítica. Por más que algunos científicos con *venia docendi* televisiva insistan mucho, no siempre es mejor prevenir que curar y por consiguiente el uso de fármacos en sentido amplio (desde los antibióticos a las vacunas) debe racionalizarse. Es cierto que esto se dice antes de lo que se hace, pero si uno tiene a bien leer el *Diario del año de la peste* de Daniel Defoe (1722) se dará cuenta de que, de momento, los beneficios brutos de la aplicación de la moderna farmacopea a la población humana superan con mucho a sus posibles perjuicios.

Es de agradecer que el Dr. Sandín haya detallado las múltiples intervenciones de los microorganismos en la evolución de la vida, desde el origen endosimbionte de la célula eucariota, pasando por la propuesta duplicación en tandem de genes homeóticos ancestrales para dar lugar a la conocida diversidad de estos interruptores de la embriogénesis o el papel que juegan de forma continua ciertos virus en el desarrollo placentario en mamíferos. No obstante, estos datos son conocidos por el biólogo contemporáneo medianamente informado, que entiende que, aunque son muchos los factores que pueden alterar esta beneficiosa simbiosis (incluyendo los farmacológicos), esto no eleva a categoría de conflicto el intento de paliar los daños causados por enfermedades como el SIDA o la malaria.

Son muchos los que encuentran una extraña satisfacción en, directa o indirectamente, hacer responsable a Darwin de todas las interpretaciones que *a posteriori* se han hecho de su pensamiento. Este método retroactivo de asignar culpas sitúa al mismísimo Platón en una posición que no dudaría en calificar de “bastante comprometida”. Mirando al pasado minimizamos nuestra propia responsabilidad y olvidamos convenientemente que, como decía Epícteto, “lo que turba a los hombres no son las cosas en sí, sino las opiniones sobre las cosas”. Así, preguntas de notable retórica como ¿Es Dios cristiano?, ¿Era Lenin leninis-

ta? o ¿era Darwin darwinista? complacen especialmente a los buscadores de polémica y a aquellos que gustan de crear problemas inexistentes para poder resolverlos ellos mismos.

La auténtica trampa del argumento que venimos discutiendo es que considera a la especie humana como un elemento que por fuerza “debe” ser ajeno a los cambios que a lo largo del tiempo se obran en la naturaleza. El hombre, evidentemente, juega un importante papel en los procesos de selección natural que, no se olvide, son sustractivos ya que los organismos seleccionados son los que desaparecen de forma efectiva (F.X. Niell, *Encuentros en la Biología* nº 123). Lo que el hombre hace bien o mal suele ser evaluado en términos de una moral colectiva, natural si se quiere, que en principio sólo compete a los hombres y que de forma primaria carece de relevancia para cualquier otro ser vivo. Peor aún, soslayando el hecho de que la evolución no tiene una finalidad determinada, insistimos en intervenir para “preservar” el mayor número de organismos posibles. Conviene pensar en lo distintas que serían ahora las cosas para nosotros si todas esas grandes extinciones como la del Devónico (~360 m.a.) o la del Pérmico-Triásico (~250 m.a.), no atribuyes a la actividad humana, no hubiesen tenido lugar (¿quién tiene una visión reduccionista aquí?). Por último, esta actitud “alternativa” de “hacer el amor y no la guerra”, de tan conveniente aplicación a pequeña escala, me merece mucho menos respeto considerada como plan universal, porque indefectiblemente lleva a una actitud colectivista algo fanática en la que la importancia del individuo es puramente testimonial: se toman decisiones (de hecho se dejan de tomar), afectando gravemente a muchos (en este contexto todos aquellos que deberían dejar de medicarse contra ciertos organismos) en aras de mejorar un futuro de perfiles ficticios, con el más que probable resultado de transformar la utopía en distopía.

Los que saben de todo pretenden que no hubo novedad en el análisis de Darwin; según esas mismas fuentes el hecho del cambio gradual de las especies era, aparentemente, “del dominio público”, con lo cual parece que nuestro naturalista queda bien desacreditado. Esta ilusión sociológica, tan en boga, oculta un hecho esencial, a saber, que la perspectiva de Darwin acerca de la estructura cambiante de la naturaleza está a una distancia enorme respecto a la mayor parte de los estudios de la filosofía natural del s. XIX, profundamente anclados en una visión puramente fenomenológica del mundo, porque reconoce que la evolución no “es”, sino que “sucede”.

#### Bibliografía recomendada:

- Mayr E. *Una larga controversia: Darwin y el darwinismo*. Crítica, Barcelona, 2001.  
Buskes C. *La herencia de Darwin: la evolución en nuestra visión del mundo*. Herder, Barcelona, 2009.  
Popper KR. *En busca de un mundo mejor*. Paidós, Barcelona, 1994.