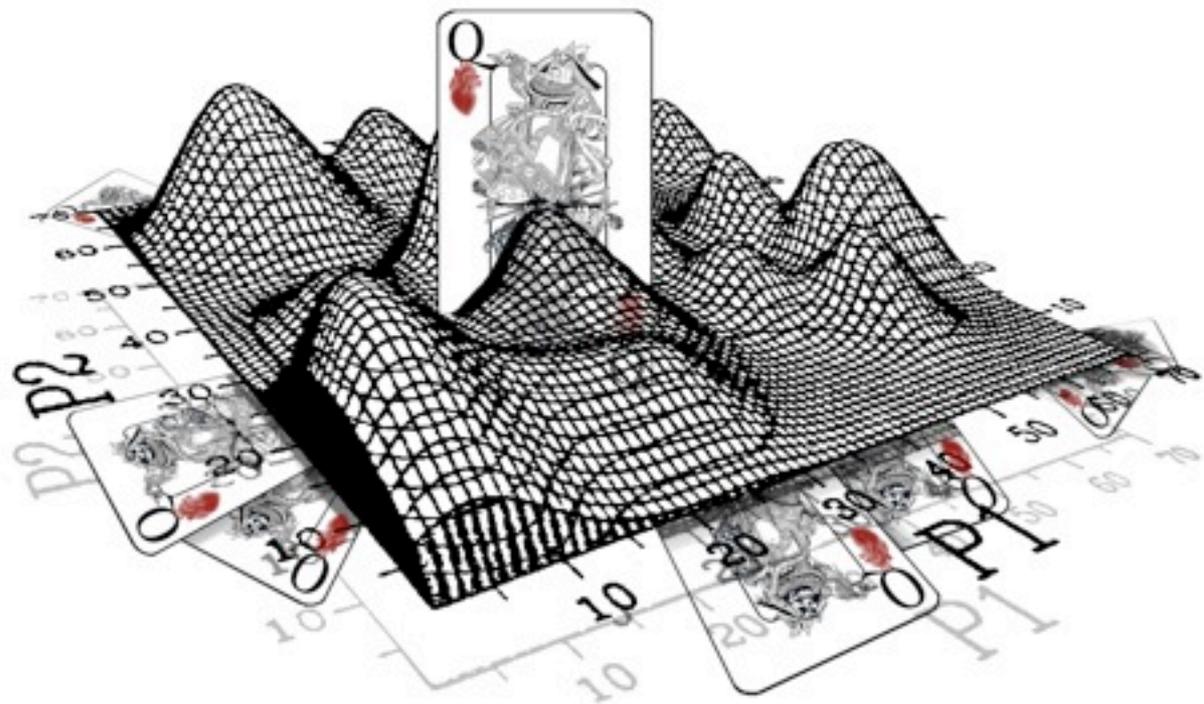


Encuentros en la Biología



“LA SELECCIÓN ES UNA LISTA DE ESQUELAS ANÓNIMAS”



Director:

Salvador Guirado

guirado@uma.es

Biología Celular -Neurobiología

Co-Editores:

José María Pérez Pomares

jmperezp@uma.es

Biología del desarrollo y cardiovascular

Miguel Ángel Medina Torres

medina@uma.es

Biología Molecular y de Sistemas-

Biofísica-Bioquímica

Comité editorial:

Alberto Martínez

almarvi@wanadoo.es

Educación Ambiental

E. Profesional para el Empleo

Alejandro Pérez García

aperez@uma.es

Microbiología, Interacción planta-

patógeno

Alicia Rivera

arivera@uma.es

Neurobiología

Enfermedades neurodegenerativas

Ana Grande

agrande@uma.es

Genética-Virología, Patogénesis virales

Antonio Diéguez

diequez@uma.es

Filosofía de la Ciencia

Enrique Moreno Ostos

quique@uma.es

Ecología- Limnología

Enrique Viguera

eviguera@uma.es

Genética- Genómica

Félix López Figueroa

felix_lopez@uma.es

Ecología-Fotobiología, Cambio

climático

Fernando Ojeda Barceló

fernando-ojeda@ecourban.org

Educación Ambiental

Educación Secundaria

Empleo de T.I.C. en docencia

Francisco Cánovas

canovas@uma.es

Fisiología Molecular Vegetal,

Bioquímica y Biología Molecular

Jesús Olivero

jesusolivero@uma.es

Zoogeografía

Biodiversidad animal

José Carlos Dávila

davila@uma.es

Biología Celular -Neurobiología

Juan Antonio Pérez Claros

johnny@uma.es

Paleontología

Juan Carlos Aledo

caledo@uma.es

Bioquímica-Biología Molecular,

Energética de procesos biológicos

Juan Carlos Codina

jcc110@hotmail.com

Microbiología

Educación Secundaria

Margarita Pérez Martín

marper@uma.es

Fisiología Animal

Neurogénesis

María del Carmen Alonso

mdalonso@uma.es

Microbiología de aguas

Patología vírica de peces

María Jesús García Sánchez

mjgs@uma.es

Fisiología Vegetal

Nutrición mineral

María Jesús Perlés

Mjperles@uma.es

Geomorfología, Riesgos

medioambientales

M. Gonzalo Claros

claros@uma.es

Bioquímica-Biología Molecular y

Bioinformática

Raquel Carmona

rcarmona@uma.es

Ecofisiología

Biorremediación

Trinidad Carrión

trinicar@uma.es

Ciencias de la Salud

E-Salud

Índice

Editorial	15
La imagen comentada	15
Un otoño de premios	16 y 26
Adivinando el futuro de los estudios de ecología microbiana	17
Foros de la ciencia	18
Entendiendo la biodiversidad	19
Ensayo: La selección es una lista de esquelas anónimas	21
Escribir bien no cuesta trabajo	27
La página del COBA	28

Diseño:

Raúl Montañez Martínez (raulemm@uma.es)

Coordinador de la edición electrónica

(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: Seguimos celebrando a DARWIN

Encuentros en la Biología sigue celebrando el Año de Darwin. En este caso, contamos con una contribución excepcional: un ensayo sobre el tema de la selección escrito por el catedrático de Ecología Xavier Niell Castanera. Aunque es norma de esta revista el evitar la opinión en los artículos de divulgación, dicha norma no es

aplicable en el caso de contribuciones como ésta, que -por su propia naturaleza- implica puntos de vista personales. Escrito en un estilo que le es muy propio, el ensayo del Dr. Niell tiene la virtud de estimular la reflexión y promover el debate. ¿Qué mejor forma de celebrar la gran obra de Darwin que reflexionar y debatir acerca de temas centrales en su obra y en la biología? Por otra parte, la sección *Foros de la ciencia* se hace eco de

iniciativas de celebración del Año Darwin en los Centros de Enseñanza Secundarias, así como de algunos cursos de verano encuadrados también dentro de las celebraciones del Año Darwin.

Los co-editores

15

16

17

18

19



LA IMAGEN COMENTADA



Sección de extremidad de embrión de ratón de 15,5 días de gestación. Esta sección de extremidad de un embrión de ratón de 15,5 días (E15,5) fue fijada por criosustitución e inmunoteñida utilizando un método de inmunofluorescencia contra PCNA (marcador de células en proliferación en rojo), procolágeno (componente de la matriz extracelular, verde) y Hoescht (contraste nuclear, azul). Se pueden distinguir las cinco condricificaciones características del patrón pentámero del autopodio de los mamíferos. Obsérvese que el tejido interdigital aún no ha desaparecido de forma completa.

20

21

22

23

24

25

26

27

Iván Durán

Contratado predoctoral de la Universidad de Málaga, (LABRET). Departamento de Biología Celular, Genética y Fisiología, Facultad de Ciencias. ijduran@uma.es

28

UN OTOÑO DE PREMIOS



El otoño es una época propicia para los premios y reconocimientos en el ámbito de la ciencia. Los premios Lasker son los más prestigiosos internacionalmente en el campo de las ciencias biomédicas, sólo comparables al premio Nobel de Medicina. En 2008, se concedió el premio Lasker de Investigación Biomédica Básica a los doctores Victor Ambros, David Baulcombe y Gary Ruvkun por descubrimientos que contribuyeron a revelar un mundo no previsto de pequeñas moléculas de RNA con funciones capitales en la regulación de la expresión génica. Utilizando sistemas aparentemente alejados del área de interés médico (el segundo, trabajando en interacciones plantas-virus; los otros dos, trabajando con el gusano *Caenorhabditis elegans*) identificaron los primeros microRNAs (miRNA), abriendo un campo que ha crecido vertiginosamente en muy poco tiempo, tanto en sus aspectos básicos (identificación, estudio y caracterización de los mecanismos de regulación por silenciamiento génico), como en sus revolucionarias aplicaciones como herramientas para estudios de genómica funcional. Con la concesión del premio Lasker a estos autores, de alguna manera se hace justicia y se subsana el "olvido" que sufrieron cuando en 2006 se concedió el premio Nobel de Medicina a Andrew Fire y Craig Mello por sus contribuciones al descubrimiento del silenciamiento por RNAs. Por su parte, el premio Lasker 2008 a logros especiales en el campo de la Biomedicina se concedió al doctor Stanley Falkow, uno de los más grandes "cazadores de microbios" de todos los tiempos y descubridor de la naturaleza molecular de la resistencia a los antibióticos.

En octubre, les llegó el turno a los premios Nobel. Los directamente relacionados con investigación biológica (este año, los premios Nobel de Química y de Medicina) fueron concedidos a

los investigadores Roger Tsien, Martin Chalfie y Osamu Shimomura, que sentaron las bases del empleo de la proteína verde fluorescente (GFP) como versátil herramienta en biología experimental (premio Nobel de Química) y para investigadores que contribuyeron al conocimiento actual que poseemos de los virus del SIDA -Luc Montagnier y Françoise Barré-Sinoussi- y del papiloma humano-Harald zur Hausen- (premio Nobel de Medicina).

El premio científico español de mayor prestigio internacional es el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica. En su edición de 2008, fue un premio muy repartido, pues se concedió al unísono a cinco expertos y referentes mundiales en Nanotecnología y Ciencia de los Materiales: el japonés Sumio Iijima y los norteamericanos Shiji Nakamura, Robert Langer, George Whitesides y Tobin Marks. El primero fue el descubridor de los nanotubos de carbono, las fibras más resistentes conocidas hasta el momento y con un enorme potencial tecnológico. El segundo fue el inventor de los diodos emisores de luz (LED) y del láser azul, entre muchas otras aplicaciones tecnológicas que han generado ¡más de 400 patentes! El tercero es considerado como el "padre" de la liberación inteligente de fármacos mediante el empleo de materiales biomiméticos. El cuarto ha desarrollado novedosas y eficientes técnicas de fabricación de materiales a nanoescala. Finalmente, el quinto ha ideado procesos de catálisis química para la producción de plásticos reciclables e inoocuos al medio ambiente y ha sido el inventor de los diodos emisores de luz basados en materiales orgánicos (OLED).

La ciencia también se mueve por modas o tendencias. Ya es una tradición que en el último número de cada año la revista *Science* elabore su particular (y 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 al tema de la reprogramación celular. En pocas palabras, los científicos disponen ya de procedimientos efectivos para la reprogramación del patrón de desarrollo genético de células somáticas diferenciadas, de forma tal que recuperan el carácter pluripotencial de células madres del adulto. En recuadro aparte (página 26) se presenta la lista de los diez temas principales de la ciencia de 2008.

Por su parte el grupo editorial que publica la revista *Nature* ha introducido recientemente un par de nombramientos honoríficos de creciente popularidad. Por una parte, la propia cabecera de la editorial presenta en diciembre una Galería de Imágenes del Año. En esta ocasión, ni siquiera la ciencia se ha sustraído a la "Obamamanía" que se adueñó del mundo occidental en noviembre; y así, en la Galería de Imágenes de 2008, la primera y más destacada imagen es la de unos Nanobamas, "retratos" de medio milímetro de ancho del presidente de los Estados Unidos, compuesto cada uno de ellos por 150 millones de nanotubos de carbono. Por su parte, la revista especializada *Nature Methods* ha designado Método del Año 2008 a la nueva microscopía de fluorescencia de superresolución (también conocida como nanoscopia).

NOTA: En la página 26 se aporta una lista de enlaces para obtener más información acerca de los premios aquí comentados, así como el listado de los diez temas principales de investigación científica durante 2008.



ADIVINANDO EL FUTURO DE LOS ESTUDIOS DE ECOLOGÍA MICROBIANA

Juan Carlos Codina Escobar

Profesor de Biología-Geología en el I.E.S. Los Montes de Colmenar (Málaga) y Colaborador Honorario del Departamento de Microbiología de la UMA.

Si pudiéramos hacer uso de las artes adivinatorias o premonitorias para poder echar un vistazo al futuro de la Microbiología ambiental, nos encontraríamos con una pléyade de desarrollos técnicos y conceptuales que abren nuevas perspectivas a la investigación en dicho campo. Adivinar es especular y, en algunos casos, los aspectos que se tratan a continuación pueden parecer especulativos, aunque creo que no carecen de base científica.

El mundo microbiano es un término mal empleado. No se trata de un mundo; ni tan siquiera de un universo, ya que hay 109 veces más bacterias que estrellas en el firmamento. La investigación se centra muchas veces en el estudio de una especie, incluso sólo de una célula, algo que aunque fascinante en sí, no resulta suficiente. Una de las vías futuras de la Microbiología ambiental será el desarrollo de un cuerpo teórico consistente, en definitiva de un conjunto de leyes que describan y sean capaces de predecir el comportamiento del mundo microbiano como un sistema, con las implicaciones prácticas que de ello se derivan [Wilson. Consillience: the Unity of Knowledge. New York. Random House (1998)].

El estudio de la diversidad en Microbiología se ha visto limitado por la metodología. Del uso del microscopio y de los cultivos en placas de Petri se dio un salto importante con el análisis comparativo de las secuencias de ARNr amplificadas por PCR [Pace. Science 276:734-740 (1997)]. Pero cuestiones básicas como los patrones de distribución espacial y temporal de los microorganismos, su biogeografía y su biodiversidad funcional están lejos de ser resueltos mediante las técnicas estándar de PCR. De hecho, la mayoría de estudios de diversidad de los ecosistemas microbianos quedan lejos de mostrar una diversidad verdadera, ya que ésta, en general, se muestra infravalorada. Algunos autores han enfatizado sobre lo incompletas que son la mayoría de bibliotecas obtenidas a partir de PCR para describir la diversidad microbiana, teniendo en cuenta que se realizan sobre la base de sólo unos cientos de amplicones ARNr 16S, en el mejor de los casos [Hong y cols. Proc. Natl. Acad. Sci USA 103: 117-122 (2006)]. Recientemente las circunstancias han cambiado y, gracias a los nuevos métodos de secuenciación, genómica, proteómica y bioinformática, la información sobre la diversidad de los microorganismos se ha visto incrementada. Una nueva técnica de secuenciación, la pirosecuenciación puede y debe abrir un nuevo campo de perspectivas. Esta técnica, basada en que la luz producida en un conjunto de reacciones enzimáticas en cascada que culminan con la luciferasa es proporcional al número de nucleótidos incorporados, ha permitido comprobar que la diversidad de comunidades microbianas era varios órdenes de magnitud superior a la estimada previamente [Sogin y cols. Proc Natl ACAD Sci USA 103: 12115-12120 (2006)]. Y si ahora nos fijamos, a modo de ejemplo, en la ecología microbiana humana, habrá que tener en cuenta que nuestro cuerpo contiene diez veces más células microbianas que humanas y un valor estimado de cien veces más genes microbianos. El avance de la metagenómica ha permitido que se vea al ser humano como un supra-organismo cuyo genoma ha evolucio-

nado conjuntamente con los genes de los microorganismos asociados al mismo. Según esto, ¿permitirá realmente el Proyecto Genoma conocer nuestro genoma? ¿O quedará por secuenciar el microbioma, el conjunto de genes microbianos asociados al ser humano? ¿Son los microbiomas, transcriptomas y metabolomas de las comunidades microbianas de todos los seres humanos iguales? Está claro que el futuro en este campo se centra en conseguir un acervo de datos que nos permita correlacionarlos unos con otros y, a su vez, con el estado de salud humana. Serán necesarios nuevos métodos para determinar la transferencia genética horizontal y así poder combinar información sobre la composición y la historia filogenética de cada gen, humano o microbiano. Podemos incluso especular un poco en plan ciencia ficción y ver nuestras cartillas de la seguridad social transformadas en chips que contengan tanto nuestro genoma de primates como nuestro microbioma. A los análisis de sangre convencionales habrá que añadir estudios sobre el perfil del microbioma, ya que alteraciones en el mismo podrían suponer una predisposición a padecer determinadas enfermedades. Ello permitirá la intervención terapéutica correspondiente que podrá incluir la reprogramación de la microbiota asociada, la estimulación de componentes genéticos determinados o el uso de productos génicos microbianos, la base de la farmacopea del futuro [Ley y cols. Environ. Microbiol. 9(1):1-11 (2007)].

Igual que suele decirse que no existen dos copos de nieve idénticos, tal afirmación se podría extender a las células. Se está iniciando, con pasos firmes y seguros, una nueva era, la de la microbiología de las células individuales. De esta forma, se tendría mejor información sobre la identidad y función de los microorganismos en los ecosistemas. Para ello, lógicamente, hay que basarse en los avances tecnológicos que permitan manejar volúmenes líquidos muy pequeños, así como la detección y medida de los microorganismos y sus actividades. A las técnicas de hibridación mediante fluorescencia *in situ* (FISH) les ha sucedido la técnica nanoSIMS (espectroscopía de masas de iones secundarios a nivel de nanómetros), una técnica que en combinación con ensayos de radiomarcado y seguimiento (*pulse chase*) abre un amplio campo de investigación en la microbiología de células individuales. La técnica nanoSIMS emplea un tamaño de rayo de aproximadamente 50 nm, lo suficientemente pequeño para analizar células individuales o incluso componentes celulares. Las consecuencias no se han hecho esperar: estudios sobre la replicación de células de *Escherichia coli* y sus descendientes a lo largo de múltiples generaciones, ha permitido demostrar recientemente la existencia de senescencia en organismos que se reproducen por fisión binaria simétrica [Stewart y cols. PLoS Biol 3:345 (2005)]; condenando de esta forma a mera ilusión el último refugio de la inmortalidad biológica. Entre futuras aplicaciones potenciales de importancia, estas técnicas permitirán llevar a cabo experimentos que examinen la importancia de las fluctuaciones estocásticas y la variación de célula a célula en características tales como la capacidad de expresión genética y el reparto de compo-

15 nentes celulares a las células hijas durante la replicación.

16 También se avanzará mucho en el campo de la ecología microbiana a tiempo real. La determinación de la composición y sucesión de especies microbianas en ecosistemas deberían ser algunas de las medidas a tiempo real a realizar. Para ello se emplearán procedimientos como los desarrollados para plancton, basados en análisis de imagen o autofluorescencia, sin descartar los futuros ensayos empleando micromatrices de alta densidad. Sin embargo, con estas técnicas se buscan microorganismos cuya existencia en el ecosistema es conocida; en el futuro, las técnicas de secuenciación en tiempo real permitirán el descubrimiento de microorganismos cuya presencia en el ecosistema no está confirmada. También se podrán medir tasas de crecimiento y actividades microbianas en tiempo real [Rohwer. *Environ. Microbiol.* 9(1):1-11 (2007)]. Los métodos actuales se basan en la adición de subunidades de polímeros biológicos (aminoácidos o nucleótidos, fundamentalmente) marcadas radioactivamente y en la posterior determinación de la cantidad de radiación incorporada. Sin embargo, estos métodos no resultan fácilmente aplicables a estrategias de tiempo real. El futuro en este campo serán las

micropruebas selectivas sobre actividades biológicas; en este sentido, las micropruebas de consumo de oxígeno y las cámaras de respiración pueden ser fácilmente adaptables a los estudios de tiempo real.

17 Dos son los problemas que plantearán todos estos avances en el futuro. De una parte, la ingente cantidad de datos que se obtendrán necesitará de nuevas metodologías asociadas a la bioinformática, el análisis de datos y la denominada biología de sistemas, mucho más potentes que las actuales. Actualmente puede llevar meses analizar conjuntos de datos de metagenomas, tiempo que deberá verse reducido drásticamente para que la investigación pueda seguir su camino de forma operativa. Por otra parte, la interpretación global de estos datos requerirá una mayor colaboración entre diferentes profesionales, algo a lo que la comunidad científica, en muchos casos, se muestra bastante reacia. En cualquier caso, todo este inmenso conjunto de datos generados representará un amplio campo lleno de nuevas oportunidades para descubrimientos ecológicos y geoquímicos. El futuro de la Microbiología Ambiental se encuentra pleno de oportunidades, de novedades por descubrir y de aspectos que nos llevarán al asombro. ¿Ciencia ficción? Simplemente ciencia.

22 Foros de la ciencia

Direcciones URL:

23 En esta ocasión, *Foros de la Ciencia* se une a la celebración del Año de Darwin en los institutos de enseñanza secundaria de Málaga. Con el nombre de "*Darwin en Málaga*" la Delegación Provincial de la Consejería de Educación en Málaga coordina una serie de acciones a realizar en los centros educativos malagueños, por su alumnado y profesorado y propicia la participación de los centros en actividades en el Centro de Ciencia Principia (www.principia-malaga.com) y en otras organizadas en colaboración con la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga y la Academia Malagueña de las Ciencias. Más información en: www.institutotorredelprado.es

Cursos de verano:

24 En los últimos años, a los tradicionales cursos de verano de la *Universidad Internacional Menéndez Pelayo*, se ha unido una extensísima oferta de extensión universitaria por todo el territorio nacional. Como era previsible, este año muchos de esos cursos de verano ofertan encuentros dedicados a celebrar el *Año Darwin*. A modo de ejemplo, los Cursos de Verano de El Escorial organizados por la *Universidad Complutense de Madrid* tiene programados dos cursos para celebrar a Darwin en 2009: del 27 al 31 de julio, está programado el curso *Darwin y las ciencias sociales*; y del 3 al 7 de agosto, el curso *Darwin y la evolución: 150 años de vigencia de*

una teoría científica. Más información en:

www.ucm.es/info/cv/presenta.html

25 Por su parte, los Cursos de Verano de la *Fundación General de la Universidad de Málaga* celebran a Darwin con la programación, en su sede de Marbella, del curso *De Darwin a la reprogramación celular: 150 años de avances en Biología*, que tendrá lugar del 3 al 7 de agosto. Más información en:

www.fgum.es/cursosverano/vercurso.php?id=186

26 Miguel Ángel Medina medina@uma.es



ENTENDIENDO LA BIODIVERSIDAD 15

Elena Pérez-Urria Carril

Profesor Contratado Doctor. Facultad de Biología, Departamento de Biología Vegetal
I. Universidad Complutense de Madrid. elenapuc@bio.ucm.es 16

El objetivo de establecer una clasificación natural de especies basada en sus relaciones filogenéticas se alcanza comparando algunas de sus características o atributos. Por ello, los métodos y técnicas utilizados para el estudio de la diversidad de especies son una aplicación del método comparado.

Los caracteres son rasgos que presentan las entidades biológicas, desde las moléculas hasta los ecosistemas, los cuales son recogidos por las ciencias descriptivas de todos los niveles de integración (genética, bioquímica, anatomía, morfología).

En un contexto matemático, los caracteres pueden ser de variación discontinua (caracteres discretos, cualitativos, absolutos como presencia/ausencia) o de variación continua (son los caracteres cuantitativos que comúnmente se refieren a dimensiones y cuya distribución en la población o en la especie se suele ajustar a una curva de Gauss), pudiendo convertir los continuos en discretos mediante el establecimiento de clases (por ejemplo, la edad: un carácter continuo que puede convertirse en discreto estableciendo clases de edad, de 10 a 20 años, de 20 a 30, etc.).

En el contexto biológico los caracteres sirven a la taxonomía siendo su acepción más clásica aquella que los define como rasgos que diferencian unas especies de otras. Estos caracteres han de ser susceptibles de ser comparados, homólogos y constantes, y pueden ser de muchos tipos: morfológicos, etológicos, fisiológicos, bioquímicos, geográficos, autoecológicos o moleculares, por ejemplo. El uso de estos últimos en Biología Sistemática representa un importante nexo entre Biología Molecular y Celular y Biología de Organismos y Sistemas.

Caracteres homólogos son estructuras o rasgos que tienen el mismo origen. La homología puede definirse como una comunidad de origen de rasgos. Estamos tratando el estudio de la diversidad biológica que se genera por evolución, y entre las estirpes que constituyen esa diversidad existen diferencias y semejanzas. Nuestra atención se dirige a la semejanza.

Los caracteres morfológicos homólogos normalmente son muy semejantes a lo largo de la evolución de las estirpes emparentadas. Como ejemplo sirva la composición de la mano de todos los tetrápodos o la anatomía de las extremidades de los mamíferos, estructuras homólogas con distintas morfologías según sus diferentes funciones debidas a sus distintos modos de vida (terrestre, acuático, aéreo). Este último ejemplo sirve para intuir que la semejanza se debe a la posesión de un ancestro común. Con ello introducimos un nuevo término, *ancestría*.

La mayor parte de las moléculas que conforman los seres vivos se "inventan" pronto de manera que es posible seguir la evolución de moléculas homólogas desde los tiempos más remotos. Es el caso de la actina y la miosina, presentes en arqueobacterias, eubacterias y eucariontes. Estas proteínas (y los genes que las codifican) divergen a lo largo de la evolución entre unas estirpes y otras, resultando más semejantes entre sí las de cada grupo natural. De manera que también existe homología en el nivel molecular: dos genes o dos proteínas serán homólogas para un conjunto de estirpes si poseen el mismo origen, y comúnmente serán

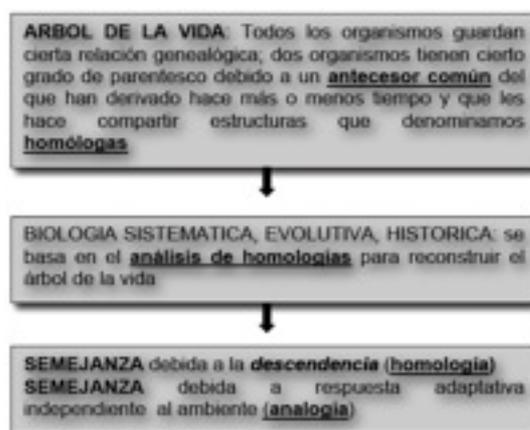
más semejantes cuánto más cercano sea el parentesco entre esas estirpes. En el nivel molecular, deben hacerse dos precisiones para la homología: caracteres homólogos "ortólogos" y "parálogos", consecuencia de la duplicación de genes.

Pero no siempre la semejanza se debe a homología: puede deberse a analogía u homoplasia (construcción semejante). Analogía es la condición de semejanza presentada por estirpes no inmediatamente emparentadas pero con un modo de vida parecido. En consecuencia se definen caracteres análogos como aquéllos que tienen la misma función pero origen distinto, habiendo diferentes tipos de analogía: convergencia, paralelismo o reversión al estado ancestral.

Podemos incorporar a nuestro pensamiento evolutivo la idea de que las estirpes más estrechamente emparentadas son las que comparten mayor número de caracteres y con ello introducimos un nuevo concepto, "cantidad de semejanza". Pero la cuestión de la analogía, que es un problema para la reconstrucción de la filogenia, conduce a un nuevo planteamiento: la necesidad de considerar no sólo la cantidad sino también la "calidad" de la semejanza. Por tanto, habrá que determinar homologías (debe tratarse de la misma estructura fundamental, de una misma posición respecto a una referencia y el mismo patrón de desarrollo embrionario, cuando se trate de caracteres morfológicos; proteínas sintetizadas por el mismo gen en un grupo de estirpes, etc.) y detectar homoplasias.

Se debe diferenciar entre homologías ancestrales y derivadas para llegar a la conclusión de que sólo las derivadas son indicadores fiables de parentesco inmediato. Por el momento podemos intuir para el término "derivado" el significado de "reciente" y considerar que las homologías ancestrales se denominan "simplesiomorfias" y las derivadas "sinapomorfias" en términos cladistas. Para distinguir entre ambas se establece de varias formas la polaridad de los caracteres.

Respecto a los procedimientos para reconstruir la filogenia de las estirpes, éstos se enmarcan dentro de lo que denominamos escuelas sistemáticas: Escuela Evolutiva (Escuela de la Nueva Sistemática o Escuela de Simpson – Mayr), Escuela de la Taxonomía Numéri-



ca (Escuela del Feneticismo Numérico) y Escuela Cla

15

disto. El esquema previo muestra el planteamiento inicial para iniciar la reconstrucción de la filogenia.

16

En todos los campos del saber, los pensamientos y las teorías tienen su historia. La historia de la Biología presenta una etapa en el siglo XVIII en la que se desarrolla el llamado "empirismo" cuyos protagonistas, los sistemáticos Jussieu (1699-1777), Bufon (1707-1788), Adanson (1727-1806) y De Candolle (1778-1841), defendían que los grupos de estirpes "existen realmente en la naturaleza" y sólo hay que reconocerlos. A ellos se debe el concepto de "homología", verdadera piedra angular de la Biología Comparada.

17

18

La escuela de la Nueva Sistemática es, en realidad, una extensión del "empirismo" (los grupos se reconocen) pero aportando una explicación evolutiva de manera que su planteamiento es "descubrir los grupos que ha hecho la evolución". Su método consiste en analizar comparativamente los caracteres homólogos y positivos, evaluar la cantidad de semejanza entre los grupos y, sobre esa base, establecer la jerarquía de los grupos. El problema de evaluar la cantidad de semejanza se resolverá siguiendo el "olfato" del investigador, lo que hace de la Sistemática un arte más que una ciencia, en palabras de sus detractores. Sin embargo, consideran que la clasificación biológica a la que conduce la reconstrucción filogenética, debe ser entendida como una teoría científica (una hipótesis de parentesco entre estirpes) y, por lo tanto, susceptible de revisión, mejora y cambios en base a nuevos datos.

19

20

La Escuela de la Taxonomía Numérica intenta paliar el elemento subjetivo que acabamos de comentar formalizando los procedimientos mediante la aplicación de los algoritmos de análisis multivariante. En efecto, el ordenador hace el cálculo de semejanzas promedio y obtiene la clasificación, pero no puede trabajar con todo tipo de datos o caracteres. Sus procedimientos asumen un modelo de evolución gradual y una tasa evolutiva constante lo que no se corresponde con la realidad (hay grupos con una alta tasa evolutiva y por tanto muy modificados respecto a sus ancestros). Aplican criterios matemáticos utilizando algoritmos de análisis estadístico y se denominan, en términos generales, procedimientos de "distancias". Son de aplicación para el estudio de caracteres moleculares.

21

22

23

La Escuela Cladista (o de la Sistemática Filogenética) creada por W. Hennig (1913-1976) en la década de 1950 plantea otra manera de realizar la reconstrucción filogenética basada en la "calidad de la semejanza" y no en la cantidad de semejanza. Según esto, el paren-

24

25

Lecturas recomendadas para saber más:

- Felsenstein J. PHYLIP. Phylogeny Inference Package. Universidad de Washington. Seattle, 1986-1995.
- Mayr E. Así es la Biología. Debate. Madrid, 1998
- Mayr E. What evolution is. Weidenfeld y Nicolson. Londres, 2001.
- Skelton P, Smith A. Cladistic: a Practical primer on CD-ROM. Cambridge University Press, 2002.
- Soler M (ed.). Evolución. La Base de la Biología. Proyecto Sur de Ediciones, S.L. Granada, 2002.

26

27

28

tesco inmediato no se deduce del hecho de compartir muchos caracteres (cantidad) sino de compartir alguno(s) que, además de homólogo(s), sea(n) sinapomórfico(s) (condición de calidad), es decir, exclusivo de los miembros de un grupo y de su ancestro común inmediato (en el que apareció por primera vez el carácter). Estas sinapomorfías definen a los grupos. Por otra parte, se considera que las especies y los grupos mayores existen en la naturaleza como resultado de la evolución y se atribuye a la especie un papel protagonista como realidad evolutiva. Aporta un enorme poder analítico y precisa términos usuales de la teoría evolutiva que por razones didácticas se estudiarán en este tema: monofilia, parafilia, polifilia, grupos hermanos y estados de los caracteres.

El cladismo introduce un nuevo concepto: "estados de los caracteres". Ya antes se ha mencionado que los caracteres pueden ser derivados (avanzados) o ancestrales (primitivos). Ahora se habla de caracteres "plesiomórficos" y "apomórficos" que, lejos de ser conceptos absolutos, se refieren siempre a un antecesor inmediato en un grupo determinado (relativos a un nodo). La terminología cladista incluye otros nuevos términos como "clado" para referirnos a un grupo y "cladograma" para referirnos al gráfico de ramificaciones dicotómicas (un árbol) que muestra las relaciones de parentesco. La condición de compartir un carácter plesiomórfico (debido a ancestros remotos) es un "simplesiomorfía" y los caracteres simplesiomórficos no garantizan la monofilia de un grupo, indican un ancestro común pero no inmediato y exclusivo. La condición de compartir un carácter apomórfico (una novedad evolutiva en el ancestro inmediato de un grupo en estudio) se denomina "sinapomorfía" y son los caracteres sinapomórficos los únicos que garantizan la monofilia de un grupo. El cladismo también precisa el concepto de semejanza: ésta puede ser debida a la posesión de rasgos homólogos o a homoplasia, pero aclara que, para cada nodo del cladograma, existen dos tipos de homología: la que se debe a ancestros remotos ("homología simplesiomórfica") y la que se debe a ancestro inmediato ("homología sinapomórfica").

El cladismo ha ganado la batalla de la Sistemática. Su práctica conduce a una clasificación natural en la que los grupos menores se incluyen en grupos sucesivamente mayores, una relación de grupos hermanos que deben poseer el mismo rango taxonómico. El cladismo aporta hipótesis evolutivas.



Ensayo: LA SELECCIÓN ES UNA LISTA DE ESQUELAS ANÓNIMAS

¿Para qué? Para nada

Frecuentemente se invoca la Evolución como el máximo paradigma de la Biología; todas sus disciplinas, desde las moleculares hasta las más sistémica, lo tienen presente, aunque esta presencia es muchas veces confusa.

Es probable que lo que aquí se discute parezca trascender a Darwin, pero no es así; está completamente de acuerdo con su interpretación de la Selección Natural, sobre la cual en este ensayo se harán algunas puntualizaciones desde el empirismo ecológico y la reflexión sobre el comportamiento humano.

Aquí se quiere significar que los organismos son meras dianas de las manifestaciones ambientales, que lo que conduce la selección y la subsecuente evolución es la variabilidad ambiental y que la posible adecuación a los cambios ambientales es mera casualidad, incluso en los casos de "probado" aprendizaje.

La manifestación del ambiente tiene distintos grados de intensidad que afectan a los seres vivos, por exceso o por defecto, o porque los dejan aparentemente indiferentes. Dichas manifestaciones los afectan de acuerdo con su frecuencia, que va desde la más regular en periodos más o menos largos, a la más impredecible y aleatoria.

Caracterizados la intensidad y la periodicidad del cambio, las especies o lo que sea seleccionable, sale bien o mal parado de los cambios y queda o no seleccionado. ¿Quiénes son los seleccionados, los que permanecen o los que desaparecen? Indudablemente, en el sentir darwiniano los desaparecidos; de ahí, el título de este ensayo, que alude a que la selección natural tiene lugar, realmente, sobre los desaparecidos.

Curiosamente, este proceso se estudia a través de los negativos de los episodios de selección, que son los organismos que permanecieron o que permanecen tras las manifestaciones del medio. De ahí que nos admiren las estructuras y conductas que observamos, porque permanecen... Pero ha llamado muy poco la atención el estudio de los que desaparecieron; se ha pensado poco en cómo podían ser o haber sido seleccionados los organismos. Lógico es que, ante la indeterminación de los procesos, lo que se utilice para reconstruir lo que ocurrió en términos de selección sea lo que permanece.

Hay ejemplos que parecen contradecir este enfoque. Así, los rapes, esos animales tan feos, tienen una especie de caña de pescar en las narices que entretiene cerca de sus fauces a pequeños organismos, muy tontos y despistados por lo que parece; da la sensación que dicha "caña de pescar" esté "diseñada" PARA "tontunar" a las presas, embelesándolas cual cascabel... Da escalofríos hablar de esta manera: ese rape "con-caña-de-pescar" es lo que ha sobrado de todo un proceso; no sabemos cómo podría haber sido otro rape, pero sabemos que no sobrevivió y que lo que sobrevivió, "por narices", fue el rape actual.

Las jirafas que tenían el cuello algo más estirable comían las hojas de acacia más inalcanzables; o, dicho de otra manera, el resto de las jirafas no alcanzaron a comer ninguna hoja, o las hojas que comieron en la parte baja de los árboles fueron insuficientes para su supervivencia. El caso es que sólo vemos a las cuellilargas, que nos permiten aproximar, sin detalle, el proceso.

En ningún caso las narices del rape o la antiestética máquina de la jirafa fueron conducidos "para" nada. En todo caso, resultó así entre lo posible y ni siquiera podemos saber si esto que ocurrió era lo más probable; fue lo que sucedió y les permitió, a la vista está, sobrevivir.

Y es una pena, pero en la enseñanza en general prevalece el PARA, esta original visión del darwinismo tan lamarquiana, que permanece, por pura pereza y pura incuria, para discurrir sobre la selección en nuestras "boloñasas" universidades.

Vengo a significar que el ser vivo no es "consciente" de los cambios ambientales: es un ente pasivo capaz o no de superar nuevos escenarios.

El juego de la selección

En un libro sobre plantas C3 y C4 de Edwards y Walker (1983) leí una interpretación de los principios de la termodinámica de los seres vivos frente a los cambios ambientales. El enunciado de los universales principios devenía tal como se anota a continuación :



*Es obligatorio, para todo ser vivo, participar en el juego de la selección.

**Nunca se gana; como máximo, se empata; es decir, se queda igual. En cualquier caso, añadido yo, se puede volver a participar, ¡que ya es mucho! tal como van las cosas en la naturaleza.

*** Después de varias, pocas o muchas, jugadas se termina perdiendo... *Ite vita est...*

Perder o no perder, éste es el dilema

La participación en el juego tiene como compensación la utilización de parte de los recursos disponibles. Rara es la ocasión en que el uso se hace en condiciones óptimas. La presencia de otros participantes en el juego obliga a pensar que las condiciones en las que una especie, un individuo o un tipo genético, no son seleccionados no corresponden casi nunca con las óptimas para su desarrollo; es suficiente aprovechar los recursos de modo poco eficiente, si ello permite, después de la jugada, sobrevivir. No importa el aparente costo energético, si el balance entre ganancias y pérdidas es mayor a la unidad, o al menos permanece igual.

La lucha en la selección se ha asimilado con la supervivencia del más fuerte. Ésta es una manera irreal y optimista de ver las cosas; más bien, deberíamos de hablar de la supervivencia del menos débil, como moda, en una lucha que no es tal lucha, sino una casualidad condicionada por el ambiente, por el aprovechamiento de los recursos.

Los seres vivos no ganan, lo que hacen si sobreviven es no perder, permanecen iguales. Esta supuesta licencia léxica tan sutil es muy importante: sobrevivir es no perder, nunca ganar. La visión premiada de la selección tiene una connotación teísta y, por otra parte, liberal. El recientemente puesto de moda “*we can*” lo contestaría yo con “*you can... ¿qué?*”. Desde luego, yo diría que, por el momento, “*you should can*” pero “*not forever*”. Cambiar el “*you can*” por el “*we can*” aludiendo a la fuerza del grupo, simplemente distancia el final, dada la selección de algunos tipos del colectivo que desaparecen mientras otros permanecen de acuerdo con las manifestaciones ambientales y a su grado de aleatoriedad e intensidad, pero no salvaguarda al grupo.

De hecho, la supervivencia depende de la presencia casual de una determinada capacidad. La casualidad es que, si una entidad biológica sometida a selección posee una capacidad ocasional que resista una manifestación ambiental, sobrevive. Si no tiene las características mínimas, adecuadas, desaparece... y no se habla casi nunca más de ella. La casualidad de tener “lo que hay que tener” la denominamos *plasticidad* frente al ambiente o *adaptabilidad*. En el juego cabe cambiar, cambiar rápido, pero cambiar al ritmo de la fluctuación ambiental, que juega el papel de normas del juego; si se cambia más despacio, la jugada se pierde, puesto que el ambiente cambia y el seleccionable no.

La diversificación por la selección

Frente a sucesivos cambios paulatinos o súbitos, las entidades biológicas que sobreviven en las distintas circunstancias pueden parecerse muy poco entre si. Recuerdo haber respondido a la petición de un *biolipólogo* (que es como yo llamaría a un especialista en bioquímica de lípidos, según la jerga actual que todo lo precede de “*bio*” y de “*eco*”), para utilizar diatomeas planctónicas ricas en estos principios elementales. Le recolecté unas *Nitzschia* grandes y lustrosas, que proliferaban lentamente en una época de estabilidad hidrodinámica estival en el plancton de la Ría de Vigo; le admoniqué que esas algas tenían un crecimiento lento y que su escasa tasa de división les daba tiempo a desarrollar una larga y ramificada recua de reacciones de metabolismo secundario, lo que se manifestó en un espléndidamente diverso cromatograma de los ejemplares salvajes. En su entusiasmo, el *lipólogo* (*biolipólogo*, claro) sumergió a las *Nitzschia* en medio rico en nutrientes, bien iluminadas y con una borboteante agitación. La desilusión fue inmediata: de las *Nitzschia elongata* que vivían en el mar surgieron millones de pequeñas células de división rápida, proteínicas, sin apenas lípidos. La historia tiene moraleja: las *Nitzschia minutissima*, en las que las *N. elongata* se habían transformado, eran la misma cosa, aunque durante años y años los diatomólogos las llamaron de diferente manera (y, a pesar de las evidencias de transformación que he contado, las seguirán distinguiendo por sus frústulos, rafes y ornamentos, de modo que incluso pueden describir alguna especie nueva cada cierto tiempo y dedicársela a su pueblo, maestro o querida, que de todo esto se pueden presentar precedentes). Esa entidad que aunaba a las dos, “*contenía*” las dos formas: se expresaba la una o la otra dependiendo de las condiciones ambientales, en suma, de las reglas del juego. Símiles de este tipo son interesantes de considerar puesto que las formas se expresan de la misma manera y respondiendo a los estímulos, como lo hacen los genes cuando se expresan. Y por el

camino hay que decir que todo lo que contribuya a encontrar mecanismos universales debe ser bienvenido en el estudio de la Naturaleza.

El infierno son los demás

Las condiciones ambientales son complejas. Esto significa que hay muchas variables seleccionadoras que son meramente ambientales; pero, además, están los “otros” y como dijo J.P.Sartre “*L'enfer c'est les autres*”, el infierno son los demás. La relación con los otros es dinámica; cada uno y todos los demás cambian el ambiente, de modo que ser de una manera no sirve para nada, porque nada permanece. Hay que ser capaz de cambiar, porque todo muda, según Heráclito..., o según Serrat... (quería decir, Machado).

Imaginemos una situación en que hubiera una gran disponibilidad de nutrientes. Sólo algunos seres, animales, plantas o bacterias proliferan. Los llamamos, no sé por qué, oportunistas; deberían llamarse “pocoafines”... Estos organismos crecen explosivamente en unas condiciones en que cualquier otra especie crecería también, pero sólo crecen ellas, o -mejor dicho- ella (acostumbra a ser una sola especie), puesto que es la que crece más deprisa. La impresión que tenemos es que sólo ella existe: crece tan deprisa y tanto, que ella misma agota los nutrientes, o al menos en su fruición y desenfreno disminuye la concentración de los mismos. Al ser menor la concentración de nutrientes, la pionera pierde capacidad de crecimiento; en este momento, crecen mejor otras especies, las cuales actúan del mismo modo que actuó la “pionera”: agotan los nutrientes y otras entidades toman paulatina o bruscamente el relevo, y así se prosigue hasta acabar...

Todas ellas hubieran vivido en cualquier concentración de nutrientes pero han vivido sólo cuando han aventajado a las otras, momento en que quizás su óptimo no se manifestaba, sólo se manifestaba la situación más favorable. No pierden cuando ganan la partida, no ganan definitivamente ni el juego ni la guerra. La competencia se considera un medio de selección; está claro, empírica y matemáticamente. Cuando se reflexiona sobre este fenómeno, desde el punto de vista evolutivo sólo tiene dos soluciones: o una de las especies desaparece o hay una segregación en la capacidad de explotación de los recursos por parte de ambas..., pero nunca hay coexistencia, puede parecerlo, pero -a la corta o a la larga- el proceso es excluyente. Cruel combate que propicia cambios más o menos intensos en una y otra especie, su selección, la de una y la de la otra, está influida por los efectivos con que empiezan al compartir los recursos. Esto ya lo vio Gause (1934) hace mucho tiempo, pero -a mi parecer- lo expresó con poca energía, y su *principio de exclusión* se ha manejado como una teoría sin ver su trascendencia práctica. Quizá el refrendo matemático muy posterior sobre la naturaleza inestable de las ecuaciones de interacción competitiva (Pimm,1977) ha sido un apoyo para mirar a la competencia de otra manera...

El barroco de la Naturaleza o un manual de cosas curiosas

Desde siempre han admirado a los naturalistas (e incluso a Aristóteles) la cantidad de formas de la naturaleza que “sirven para” asustar, advertir, disimular, etc. Estas formas parecen afirmar y corroborar el más completo estructuralismo levistraussiano, el más claro utilitarismo finalista; o sea, que si la *performance* se considera pretéritamente existente y futuramente perpetuada, el más claro creacionismo es la primera idea que se le ocurre a uno: el paradigma Linneano de que todo se creó como está y así seguirá estando. En principio, lo que ha sucedido es que esa forma eventual es la que no está perdiendo... por el momento, mientras las cosas sigan igual. Recordemos el ejemplo de las *Biston betularia*, grises y negras, de Manchester; las *Clean Air Acts* de 1956 y 1968 (O'Neill,1985) limpiaron el aire y aquella mariposa de fenotipo negro fue substituida por su alelo gris; los pájaros que no veían a las negras y ahora las ven, y no ven a las grises, que antes eran las visibles, han cambiado de presa... la población ha cambiado de color.

Las entidades biológicas que participan en el juego de la selección se echan faroles, como los jugadores; en el juego, participan a veces jugadores con malas cartas que se aprovechan del juego de otros (no olvidemos que, con no perder, el resultado es suficiente: no importa ganar). Los ciclos aposemáticos en que muchos organismos inocuos se parecen a uno desagradable, o tóxico, dan lugar a especies e individuos de librea semejante en que el juego está lleno de trampas y confusiones.

La “señal” que se da en la naturaleza, las reglas del juego están sin escribir y los jugadores no consideran trampa cambiarlas o practicarlas con equívoco; es decir, que la supervivencia y por tanto la selección es un juego sin reglas fijas, en el que nadie controla las trampas. No hay juez, no hay timonel, ni maestro de lidia, no hay principio-guía, nada más lejos de la realidad de la concepción aristotélica que aprisionó y sigue aprisionando la heurística científica.



H.B.Cott (1949) escribió que el código de la naturaleza era algo así: “.....Traducido en términos de tráfico de carreteras, podríamos imaginarnos un mundo en que los rótulos de las carreteras señalaran direcciones opuestas a las de los nombres indicados, en que habría carreteras pintadas con mucho arte por las paredes, con señales de tráfico invitando a la colisión, donde habría vehículos disfrazados de modo que su parte anterior pareciera la trasera, y los vehículos distinguidos como los coches de bomberos y las ambulancias circularían ostentadamente deteniéndose con brusquedad cuando les viniera en gana a sus conductores, donde señales de prohibido el paso cortarían carreteras viables con socavones enormes cuidadosamente disimulados y con guardias de tráfico dirigiendo a los vehículos hacia todas estas trampas para que cayeran en ellas”. Añade Cott, innecesariamente: “Semejantes condiciones, el que se llama el código de la Naturaleza no conduce a la seguridad sino a la supervivencia del más adecuado”; nótese que no dice “del más fuerte”. Este discurso se puede resumir en que el objetivo no es llegar más deprisa sino permanecer sin perecer. *Marciare ma non marchire*, decían los anarquistas florentinos del siglo pasado, “Marchar sin marchitarse”. Permanecer en el juego es mucho. Marchar es obligatorio, nadie puede eludir el juego. La gasolina, en el ejemplo de Cott, que se gaste no es importante; lo importante es permanecer, aunque acostumbre a permanecer durante más tiempo quien menos energía gasta por unidad de masa.

De ese mono que abandonó los bosques y sus estrategias

Otro término que se usa frecuentemente cuando se redactan estudios sobre biología es el de “*estrategia*”. El término “*estrategia*” es tan confuso como el “*para*” finalista referido al principio; la estrategia en la naturaleza es siempre una estrategia seleccionada que está cambiando continuamente, es una estrategia heraclitiana. Sin embargo, tal como se maneja el concepto, parece una estrategia que los seres vivos practican, desarrollan e incluso urden frente al ambiente. No hay duda que es un vicio más de nuestro léxico, no siempre adecuado. No hay tal estrategia, hay una actividad post-selectiva; es decir, que “la estrategia” permanece después de las presiones de selección.

El mono que abandonó los bosques sí que ha urdido estrategias, sí que las está urdiendo en la actualidad. Otra cuestión es si las urde en la dirección adecuada. Si durante un tiempo el hombre estaba ocluido por la Naturaleza, hoy en día está incluyéndola en sus actividades. De la secular selección climática y ambiental se ha pasado a una gestión orientada de la Naturaleza por parte del hombre. Lo refleja el cambio de nombres de los grandes Programas Internacionales de Investigación de los años 70: se pasa del “*Man and Nature*” al “*Man in Nature*” cuatro años después. Términos como *sostenibilidad* y *desarrollo sostenido*, que aparecen inmediatamente después, en los 80, implican una consciencia de que se están torciendo los caminos aleatorios de la selección. Ese mono sí que ha urdido estrategias a lo largo de su selección. Primero taló los bosques, después siguió talando y ahora sigue talando; en incendiar tardó un poco más: sólo hace 400000 años que se posee el dominio del fuego, pero... ¡Vaya capacidad de intervención que tiene! El mono urde estrategias y se va adaptando a los procesos de selección natural a una velocidad que supera las predicciones. Su mayor poderío es el diseño de estrategias para el manejo de la naturaleza siguiendo el designio bíblico de que la dominase, que tan placenteramente defendieron los renacentistas y han aplicado tan eficientemente los liberales y los regímenes socialistas, desde hace un siglo y medio los unos y casi uno los otros.

La supervivencia a la selección se logra también, sin urdir estrategias, en las sociedades que llamamos primitivas a base de la proliferación, la reproducción incontentada, sobre la que, sin estrategias urdidas, actúa la selección implacablemente diezmando poblaciones.

La coexistencia de las dos soluciones -desarrollar estrategias y reproducirse- se dan en distintas partes del Planeta; una con finalismo programado y la otra sin finalismo. En el llamado primer mundo aquella, y ésta en los otros mundos que no escriben porque no pueden ni siquiera apretar las teclas del ordenador (iba a poner “sostener la pluma”, pero eso ya no se lleva). En el fondo, el Mundo se sostiene porque estos dos comportamientos conviven, los dos constituyen un forzamiento de energía, uno demográfico y el otro tecnológico, a través de los sistemas humanos y también a través de los sistemas humanizados. Uno de los comportamientos disipa energía en mortalidad, que naturalmente pasa por la previa natalidad; en estas sociedades, los nacimientos y las muertes están separados por un espacio de tiempo breve: la frecuencia de episodios -bautizos y sepelios- es alta. El hombre en estas condiciones pone individuos en el mundo y la Naturaleza se los selecciona; el recambio generacional de estas sociedades está alrededor de 30 - 40 años, y animado con epidemias diversas se va a mantener; así se esperaba que se mantuviera durante algunos años, según expertos que reflejaron su opinión en la Agenda 21 (Arizipe et al 1992). En el gasto energético total, el papel de la energía somática que se emplea en

mantener vivo al hombre es de un 10% en el caso de supervivencia. En general, la selección es implacable y no hay nada que mantenga vivos a los individuos de estas sociedades por un tiempo largo.

Sin embargo, el gasto somático del mono estratega es del 0,3%. Eso significa que urdir estrategias para vivir normalmente y superar la selección significa un gasto de energía del que sólo el 0,3% se destina a la supervivencia metabólica: para un equivalente energético de 100, la renovación de la energía utilizada sin fines metabólicos representaría que el 97% de la energía se renovará por cada unidad de tiempo de vida. Energías diversas, como electricidad, gestión y uso de aguas, transportes, fabricación de útiles, cambios de energía no recuperable (teléfonos móviles, médicos y hospitales, televisores, ropa, automóviles, gastos en ocio, cultura, sostenimiento de policías, políticos, reyes y príncipes, "chorizos", artistas sin arte, futbolistas y periodistas que nos cuenten todo sobre todo esto y aquello a su manera, y un largo etcétera) indican que disipamos muchísima energía para mantener nuestro nivel de vida de modo que se evite la selección.

Ninguno de los dos comportamientos sería posible extendido a toda la población mundial. El primero densificaría de tal manera la población que los recursos no serían suficientes; ya lo dijo aquel Robert Malthus famoso. Y si nos comportáramos todos como "sociedades modernas", toda una humanidad viviendo así es probablemente insostenible. Es obligatorio crear y mantener bolsas de menor gasto que mantengan a las de mayor gasto. Esto no es la opinión del autor, sino el planteamiento a que se refiere la globalización de los deberes y no de los derechos de los seres humanos.

El sistema gestor, entendiéndolo por eso el que sobrevive a la selección con gasto energético no somático, es cándido si cree de verdad que esto es posible, los sistemas para implementar una sostenibilidad global no se pueden pagar. La actual crisis es una falta de dinero, somos demasiados los que dispendiamos energía esta vez PARA no ser seleccionados. Pero los blindajes del sistema, del sistema que mantiene e incrementa el flujo de energía, los componen muy pocos estados: unos 20 solamente; los demás estados no blindan el sistema, lo padecen. La cultura es la que nos permite actuar del modo como los liberales lo hacen en su conducción del mundo. La globalización lleva a eso, a considerar que culturalmente podemos globalizar al mundo. Lo que en realidad se hace al permitir expresiones culturales es permitir que la alquimia y la superstición estén cebadas con tipismos acendrados (conceptos como el de patria, nación, religión, raza, ideas políticas, afición a determinados clubs de fútbol, etcétera), que no tienen un papel decisivo en la selección: el sistema se mantiene impertérrito tal cual es. Hasta ahora esto fue casi siempre así, hasta las complicaciones con las grandes guerras del siglo pasado, contra las que se arbitraron nuevos dispendios energéticos (OTAN, OTSEA, Mercados Comunes suprarregionales, Banco mundial, Banco Mundial de desarrollo, FAO, OMS) que tratan de disolver con aguarrás democráticoide las entidades "culturales" a escala reducida que constituyen y mantienen todavía la diversidad de la población humana.

La gran duda es si la población humana va a ser seleccionable en un futuro próximo. No parece serlo por el momento en los mundos ordinalmente posteriores al primero, pero el gasto de energía que cuesta mantener el sistema puede ser inabordable si el sistema continúa con sus exigencias de control para ser poco seleccionable. La moderna exigencia de salud al ciudadano es una transgresión de la libertad individual, y hay verdaderas pléyades de ministros y consejeros que nos obligan a estar sanos; la incitación al consumo involuntario es la otra gran trampa, como lo han sido en otro momento las ideologías idealistas.

¿Estamos o no cerca de la capacidad de carga máxima de nuestro sistema? Tengo la impresión de que la sociedad seleccionable está por encima de su capacidad de carga, que se expresaría por la biomasa de individuos en relación a la biomasa alimentaria disponible. Tengo también la impresión de que el mundo está en el límite de su gasto energético, que definiría la capacidad sostenible de carga de la otra sociedad, la menos seleccionable. ¿Tendremos contraenergía -o sea, dinero- para comprar, extraer, manejar y aplicar más y más energía? El sistema económico se renueva ficticiamente. Parece que hay menos dinero real que dinero circulante. Esa paradoja aparente quiere decir que se hipoteca la energía: estamos viviendo con el consumo que hace años preveíamos para algunos años futuros, que aún no han llegado. ¡Mal síntoma! No es serio especular, pero no deja de ser lícito comentar el problema tal como está planteado.

La segunda pregunta concierne a nuestra capacidad de predicción. Recuerdo un libro de Watt (1968) en que se reproducía un modelo de Forrester que hacía una proyección del crecimiento de la población humana con la previsión para 2010 de 4000 millones de habitantes en la Tierra. Vaticinó mal: somos más, somos un 30% más. La función de crecimiento es una exponencial digna de cualquier rata; el comportamiento, donde hay ocasión, es sofisticado. Esta es la esquizofrenia entre la r estrategia que el hombre comparte con su K estrategia. Las dos estrategias significan diversas cosas: la primera, la r, es

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28



la carencia de estrategia frente a la selección: es la historia de esquelas. La segunda estrategia es la K, la de las esquelas historiadas.

Con este panorama y los principios termodinámicos tal y como los he escrito antes, la supervivencia es difícil... pero sigue siendo lo que resta de muchas muertes... que todas, ¡todas!, están anunciadas.

Mi admirado Darwin debió preocuparse por esto. Estoy seguro que Darwin no tenía móvil y, si bien se imaginó el problema según su coetáneo Malthus lo planteaba, nunca imaginó el futuro como ha sido... Ni él, ni siquiera Jules Verne...

Bibliografía citada:

- Arizipe, L., R. Constanza and W. Lutz (1992) Adaptive colation in animals Population and natural resource in J.Dodge et al An agenda of sciences for environment and development into the 21st century. Cambridge Univ. Press pp 61-78
- Cott, H.B.(1949) Adaptive coloration in animals (reimpr.1966)Methuen and Co London. 440pp
- Edwards, G. and D. Walker (1983) C3,C4: mechanisms, and cellular and environmental regulation, of photosynthesis. Blackwell Scientific Publications. Oxford, London, Edinburgh, Boston and Melbourne 542pp
- Gause, G.F.(1935) The struggle for the existence.Hafner. (reprint 1964).New York 151pp
- Malthus, R.(1968) Primer ensayo sobre la poblacion.Alianza Madrid. 317pp
- O'Neill, P. (1985) Environmental Chemistry Chapman and Hill London. 268 pp
- Pimm, S.L. (1982) Food webs Chapman and Hall.London. 110pp
- Watt, K.E.F. (1966) Ecology and Resource management.Mc Graw-Hill .New York. 450 pp

F. Xavier Niell Castanera

Catedrático de Ecología

Facultad de Ciencias

Universidad de Málaga

fxn@uma.es



UN OTOÑO DE PREMIOS

Los 10 principales de la ciencia en 2008 según la revista Ciencia (Science):

1. Reprogramación celular.
2. Observación de exoplanetas.
3. Análisis del "paisaje genético" completo de cánceres humanos específicos.
4. Nuevos superconductores de "alta" temperatura.
5. Un nuevo catalizador para la electrolisis del agua y sus potenciales aplicaciones en el campo de las energías renovables.
6. Estudios de proteínas en acción.
7. Seguimiento mediante película de vídeo del primer día de desarrollo embrionario del pez cebra.
8. Estudio de las precursoras de las células de la grasa parda.
9. "Nuevas" predicciones de la masa del protón a partir del enfoque de la cromodinámica cuántica mediante el empleo de supercomputadoras.
10. Secuenciación de genomas de organismos extinguidos.

Enlaces para ampliar la información:

Premio Lasker 2008 de Investigación Biomédica Básica:
<http://www.laskerfoundation.org/awards/2008basic.htm>

Premio Lasker 2008 a Logros Especiales en las Ciencias Biomédicas:

<http://www.laskerfoundation.org/awards/2008special.htm>

Premio Nobel 2008 de Química:

http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2008/info.html

Premio Nobel 2008 de Medicina:

http://nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2008/public.html

Breakthrough of the Year 2008:

<http://www.sciencemag.org/btoy2008>

Imágenes del Año 2008:

<http://www.nature.com/news/2008/171208/full/456854a.html>

Método del Año 2008:

<http://www.nature.com/nmeth/journal/v6/n1/full/nmeth.f.244.html>

Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica 2008: <http://www.fundacionprincipedeasturias.org>

Escribir bien no cuesta trabajo

Las acciones se expresan con verbos, no con sustantivos

Al fundamentarse el conocimiento científico en la lógica, la objetividad es inherente a la ciencia, con lo que el lenguaje se centra en la descripción del objeto de estudio. Por tanto, para muchos autores (sobre todo de habla inglesa), es imprescindible bloquear la presencia del sujeto (investigador) y centrar toda la atención en la investigación. Esto hace que una de las características del lenguaje científico resida en la neutralidad o impersonalidad del escrito.

En el número anterior se vio que una manera de conseguirlo era mediante el empleo de la voz pasiva en inglés, o la pasiva refleja en español. En esta entrega veremos hay que añadir la utilización de construcciones nominales para convertir las acciones dinámicas en objetos observables y estáticos. Esta forma de perífrase, que es muy frecuente en inglés pero no en español, cada vez cuenta con más detractores en ambas lenguas. De hecho, en español y en inglés, las acciones deben expresarse con verbos, no con sustantivos: si se utilizan sintagmas nominales, los verbos pierden gran parte de su significado y dejan de ser el predicado de la oración.

El uso de la construcción nominal no es extraño en inglés, puesto que este idioma utiliza con frecuencia los sustantivos acompañados de verbos sin significado propio (*carry out, do, make, need, perform*) para expresar acciones. En cambio, en español se prefiere la construcción verbal, por lo que la utilización de construcciones nominales en un texto científico en español, sin ser un error, contribuye a que el texto sea más pesado porque el verbo pierde su sentido y se convierte en una interferencia.

Por ejemplo, si un científico lee *the need for agarose digestion* acabará diciendo en español (totalmente convencido de que lo hace bien) **la necesidad de la digestión de la agarosa**, porque mantiene los sustantivos del inglés en la frase en español. Obviamente, la frase en español es muy difícil de digerir tal cual. En cambio, si convertimos el sustantivo *digestion* en su correspondiente verbo, la frase quedará como *la necesidad de digerir la agarosa*, que resulta mucho más natural. O mejor aún, si sustituimos también el sustantivo *necesidad* procedente del término inglés *need* por su forma verbal *necesitar*, la frase se convierte en **se necesita digerir la agarosa**, que es mucho más corta y fluida en español, y resulta tan larga (no más) que la inglesa. La frase «la necesidad de la digestión de la agarosa» aleja al investigador del hecho de que hay que digerir la agarosa; en cambio, «se necesita digerir la agarosa» es más breve y directa, y proporciona exactamente la misma información.

Veamos otros ejemplos similares:

- *To perform the sterilization* → **esterilizar**, mejor que «efectuar la esterilización»; en este caso, la frase en español es mucho más corta que en inglés. Lo malo es que muchos investigadores creen erróneamente que la forma ‘larga’ de la frase es un lenguaje científico más erudito, cuando realmente no es más que un calco del inglés.

- *Users will carry out the calibration process* → **los usuarios calibrarán**, mejor que «los usuarios llevarán a cabo el proceso de calibración». Este abuso de frases con sintagmas sustantivos no empezó a abundar en el español científico hasta mediados del siglo XX, época en la que la bibliografía en inglés cobró una importancia notable en la dis-

tribución del conocimiento científico.

- *It results in longer sampling time* → **umenta el tiempo de muestreo**, mejor que «da lugar a un tiempo de muestreo mayor».

- *Tocopherols play a role in the prevention of many diseases* → **los tocoferoles son importantes para prevenir muchas enfermedades**, mejor que «los tocoferoles son importantes para la prevención de muchas enfermedades»; en este caso, lo incorrecto es *«los tocoferoles juegan un papel en la prevención de muchas enfermedades» porque se está utilizando el verbo ‘jugar’ con un significado incorrecto en español.

- *The patient was submitted to surgery* → **se operó al paciente**, mejor que «el paciente se sometió a una intervención quirúrgica»; ojo, en este caso no sería correcto *«el paciente se sometió a una cirugía». Obsérvese cómo, de nuevo, la frase en correcta español llega a ser más corta que la inglesa.

- *A period of time sufficient to allow for product formation* → **un tiempo suficiente para permitir que se forme el producto** mejor que cualquier otra forma alternativa.

LA PÁGINA DEL COBA

En este nuevo número de la Revista, hemos continuado con la tónica con la que se comenzó el primer ejemplar, dando a conocer entre otras las razones por las que es necesario colegiarse, hoy más que nunca ya que desde el 30 de abril de 2009, el COBA pertenece al comité Asesor de la Facultad de Ciencias para la titulación de Biológicas con la entrada del nuevo Plan Bolonia. Hemos incorporado una nueva sección de noticias para que estéis informados de todo lo que pasa en torno a vuestra carrera.

LAS 15 RAZONES PARA COLEGIARSE RAZÓN Nº 2

En relación con los colegios oficiales de otras profesiones, las cuotas más económicas son las de nuestro colegio profesional.

PROYECTOS COBA MÁLAGA

GRUPO DE EXPERTOS

Desde la sede del COBA de Málaga se va a fomentar la creación de un grupo de expertos en el campo de la Biología en Málaga, en los diferentes sectores que nos afectan como colectivo, medioambiental, sanitario, o de formación.

NOTICIAS COBA MÁLAGA

GRADUADO/A EN BIOLOGÍA

El pasado jueves 30 de abril, se puso en marcha en la Facultad de Ciencias el Comité Asesor de la Titulación de Biología, en el que el COBA de Málaga está participando como miembro del mismo, para la Titulación de Biológicas.

HITOS DE LA PROFESIÓN DEL BIÓLOGO

II- Establecimiento de las delegaciones en los estatutos provisionales del Colegio Oficial de Biólogos(1981)

La descentralización organizativa es una prioridad fundamental. El COB es el primer Colegio Profesional que, ya en su etapa provisional, se estructura en delegaciones, siendo la Comunidad Autónoma el territorio mínimo de cada una de ellas.

LA PRECOLEGIACIÓN 2

Tienen derecho a precolegiarse todos los estudiantes de los dos últimos cursos de carrera (o el equivalente en créditos) de las licenciaturas adscritas al COBA.

DEFENSA DE LA PROFESIÓN

RECONOCIMIENTO

El pasado 3 de febrero, se publicó en el BOJA, la Orden 27 de enero de 2009, por la que se modifica la Orden de 13 de abril de 2007, por la que se establecen normas para el mantenimiento del Sistema de Información Geográfica de Identificación de Parcelas Agrícolas (SIGPAC), en esta norma se recoge la figura del Biólogo como técnicos competentes para la redacción de informes técnicos

SALIDAS PROFESIONALES 1

MEDIOAMBIENTE.

- Conservación de especies: flora y fauna.
- Reproducción de especies.
- Suelos
- Restauración del medio y del paisaje. Reforestación.
- Gestión de la contaminación de residuos: Industrias, acículas, sanitarios y urbanos.

Continuará...

Oficina del COBA en Málaga:

Avda. de Barcelona 36, 1ºB
29009 Málaga

Horario: de lunes a viernes, de 10 a 14;
lunes, martes y miércoles, de 17 a 20
Tlf.: 902 878 878

cobamalaga@cobandalucia.org

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, Zwestein D, DReistein V, Vierstein F, St. Pierre E. Saptial 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, jmperezp@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.

Los trabajos los leerán al menos un editor y/o un revisor externo para asesorar sobre la conveniencia de publicar el trabajo; también se podrán sugerir al autor las mejoras formales o de contenido que harían el artículo más aprovechable. La notificación se enviará por correo electrónico al autor que figure como corresponsal.