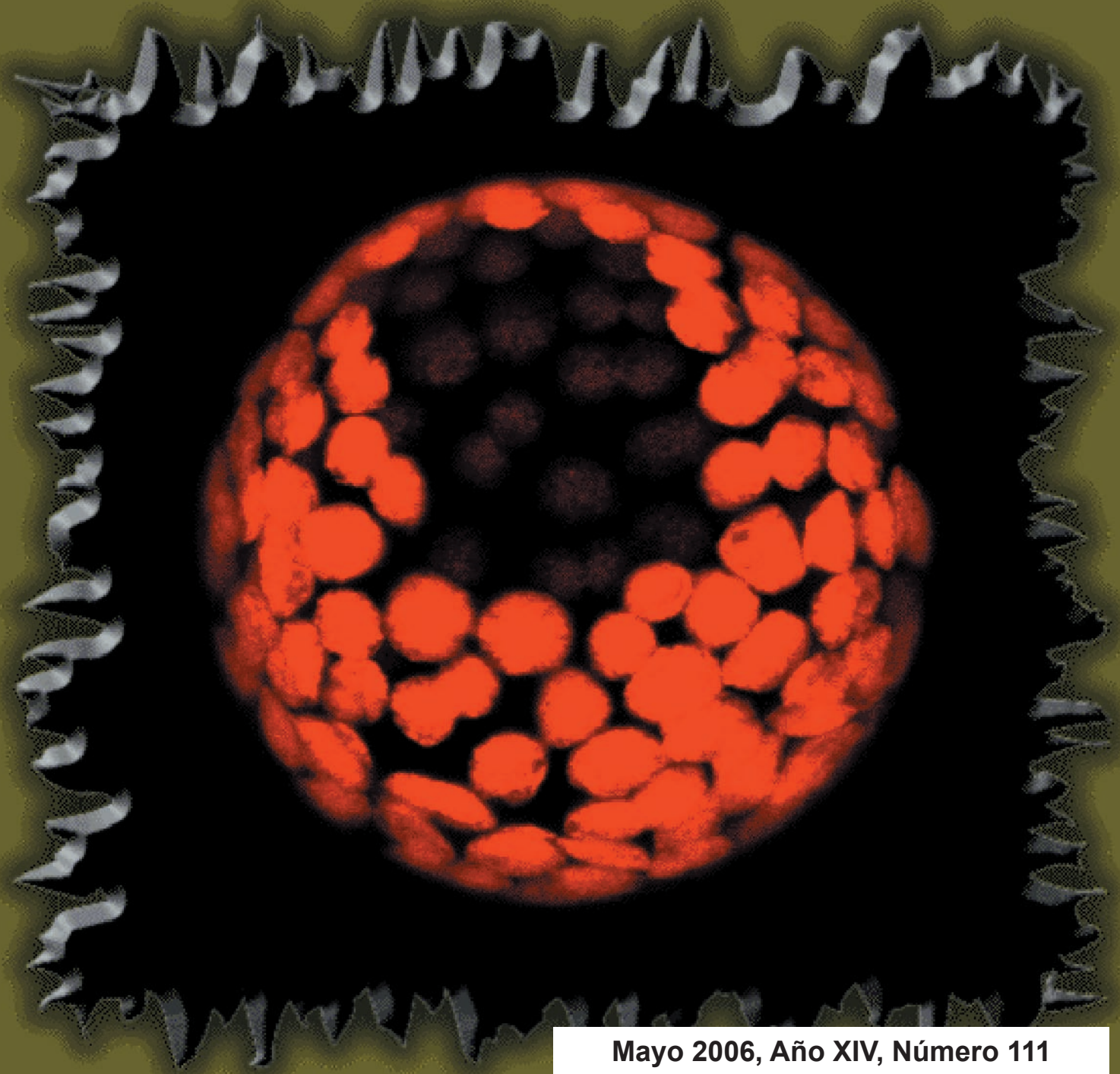


Encuentros en la Biología



Director:
Salvador Guirado

Editor jefe:
M. Gonzalo Claros

Comité editorial:
Ramón Muñoz-Chápuli,
Antonio de Vicente,
José Carlos Dávila,
Francisco Cánovas,
Francisca Sánchez

Diseño de la portada:
M. Gonzalo Claros

Correspondencia a:
Encuentros en la Biología,
M. Gonzalo Claros (Editor jefe),
Depto. Biología Molecular y Biquímica,
Facultad de Ciencias,
29071 Málaga
Tfno.: 952 13 7284
email: claros@uma.es

Dirección de internet:
<http://www.encuentros.uma.es/>

Editado con la financiación del
Vicerrectorado de Investigación y
Doctorado de la Universidad de Málaga.

D.L.:MA-1.133/94

ÍNDICE

3 ¿Bacterias «cinéfilas»?

Silvana Teresa Tapia Paniagua

4 Evolución frente a «diseño inteligente»: ¡no es lo mismo!

Miguel Ángel Medina Torres

6 Efecto de la temperatura sobre los teleósteos: la dorada, un ejemplo práctico

*Luis Vargas-Chacoff, Francisco Jesús Arjona,
Ignacio Ruiz-Jarabo, María del Pilar Martín
del Río y Juan Miguel Mancera*

Portada: *Protoplasto vegetal observado con óptica confocal gracias a la autofluorescencia de los cloroplastos. Foto: Carolina Valle Piqueras, Dep. Biología Molecular y Bioquímica, UMA.*

Instrucciones para los autores

La revista Encuentros en la Biología es una publicación mensual durante el curso académico español 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), ABI (AbiWord) 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. Las tablas, figuras, dibujos y demás elementos gráficos serán en blanco y negro puros, y deberán ir colocados en su posición, dentro del archivo. Las figuras, las fórmulas y las tablas deberán enviarse en formato GIF o JPG, a una resolución mínima de 150 dpi, máxima de 300 dpi y al menos 8 bits de profundidad.
6. Cuando sean necesarias, las referencias bibliográficas se citarán entre paréntesis dentro del propio texto indicando el apellido del primer autor (se escribirá «y cols» en caso de ser más), el año, la revista o libro donde aparece, el volumen y las páginas.
7. Envío de contribuciones: el original se enviará por correo electrónico al editor jefe (claros@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 (Departamento de Biología Molecular y Bioquímica, Universidad de Málaga, 29071 Málaga, España) acompañados de un CD. No se devolverá ningún original a los autores.
8. 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. En menos de 30 días se enviará la notificación al autor por correo electrónico.

¿BACTERIAS «CINÉFILAS»?

Silvana Teresa Tapia Paniagua

Estudiante de Biología, Universidad de Málaga.

Los microorganismos son seres de morfología variada, localización ubicua y metabolismo diverso. Tanto, que, años después de su descubrimiento, no dejan de sorprendernos sus cualidades metabólicas, que les permiten sobrevivir utilizando las sustancias más insospechadas. No es de extrañar que estos organismos tengan enzimas que degraden sustancias como la gelatina, pero sí lo es que sean capaces de destruir los polímeros de los que están hechos los CD o el celuloide del material cinematográfico. Esto ha sido demostrado por Abrusci y cols. [Abrusci y cols. *Polymer Degradation and stability* 36:283-291 (2004)], y se considera otro tipo de biodeterioro.

Desde hace tiempo se sabe que es necesario mantener unas condiciones ambientales adecuadas para conservar el material cinematográfico como puede ser poca humedad o baja temperatura, ya que, de lo contrario, los microorganismos encontrarán el medio ideal en el que proliferar. Este hábitat tan original se descubrió tras analizar unas muestras de material cinematográfico deteriorado procedente de distintos puntos de España. Todas ellas se analizaron por pruebas convencionales, bioquímicas y moleculares, empleadas en Microbiología. Se determinó que los colonizadores más habituales eran hongos y bacterias degradantes de gelatina con gran capacidad para resistir los ambientes adversos. También se encontraron microorganismos típicos de la microbiota humana, los cuales podían haber servido de diseminadores, transportándolos hasta que se han dejado caer en estos materiales que deben presentar los componentes adecuados que permiten su proliferación.

Una película fotográfica consta de tres elementos principales: una parte plástica, un material adecuado para la formación de imágenes (compuesto por partículas de plata metálicas para las imágenes en blanco y negro y con tintes para las imágenes en color) y una carpeta de gelatina. Esta gelatina no es más que una mezcla de polipéptidos de alto peso molecular que provienen de tejidos animales ricos en colágeno y es la materia prima de la cual parten la mayoría de productos cinematográficos. En ella se encuentra una fuente rica en carbono, nitrógeno y otros elementos, susceptible de ser degradada tanto por microorganismos procariotas como eucariotas. La calidad de la misma repercute notablemente en las características fotográficas futuras, como la sensibilidad a la luz, la estabilidad del resto de los componentes o la disposición en retículos, que permite la adecuada difusión de otros productos químicos. Sin embargo, muchas

veces, estas ventajas se ven anuladas por la capacidad de algunos microorganismos de producir exoenzimas que destruyen la gelatina de una determinada consistencia. Por tanto, el fabricar una gelatina con mayor grado de solidez disminuye las probabilidades de colonización. Se sabe que la película pierde color o sufre daños como el conocido «síndrome del vinagre» (producción de compuestos gaseosos debido a la descomposición del acetato) y de otros tipos, consecuencia de las condiciones medioambientales; sin embargo, son menos conocidas las pruebas físicas del daño microbiano. Estudios recientes ya pueden adelantarnos que factores como el aire, la temperatura o el movimiento humano son determinantes para la presencia de microorganismos. Los primeros en asentarse son los colonizadores primarios, como *Penicillium* y *Aspergillus*, y cuando éstos han establecido un medio ambiente adecuado, facilitan el acceso al resto de organismos. Entre las bacterias más frecuentemente aisladas de material cinematográfico destacan las cepas de los géneros *Staphylococcus* y *Bacillus*, con o sin actividad gelatinasa. Muchos de ellos, primarios o secundarios, producen esporas como mecanismo de persistencia para una degradación futura del material. Esta degradación se lleva a cabo mediante la producción de pigmentos, enzimas degradativas (no sólo gelatinasa sino también otras como las esterases, celulasas o lipasas), rehidratación del material, ensuciamiento por excreción de metabolitos o daños físicos por penetración en el material polimérico.

Por tanto, debido a la importancia de mantener y conservar en las mejores condiciones posibles estos materiales, se ha promovido la investigación de nuevas estrategias que disminuyan al máximo las condiciones adecuadas para la proliferación microbiana y que no afecten al resto de las propiedades de la película. El primer punto que se trató fue conseguir un nuevo grado de viscosidad, teniendo en cuenta factores tan importantes como la densidad y peso molecular de la gelatina. También se consideró la temperatura, y se intentó fabricar y conservar en aquellos márgenes que desfavorezcan el crecimiento microbiano; y lo mismo se hace con el pH (se intenta mantener un pH entre 5,65 y 6,67). Aún así, no podemos impedir la presencia de microorganismos extremófilos y que se reproduzcan bajo las condiciones más estrictas, incluso procesos de UHT, pudiendo disminuir la viscosidad del material por escisión de las cadenas de sus moléculas. Pero a pesar de todo, estos organismos menos frecuentes no presentan un índice de degradación igual, es decir, que no lo hacen ni a la misma

velocidad ni bajo las mismas condiciones debido a las distintas características fisiológicas que presentan cada uno y a la diferente cinética enzimática de su tripsina. Además, cabe destacar, como curiosidad, la detección de una actividad sinérgica de varios microorganismos, es decir, grupos de bacterias que llevan a cabo una degradación de la gelatina mucho mayor que la esperada por la ley de la aditividad: la combinación de sus enzimas da un resultado superior en la actividad total que cada una por separado debido a la producción de metabolitos complementarios que pueden compartir el hábitat en el material fotográfico.

Por tanto, la presencia de microorganismos en el material cinematográfico resulta ser relevante ya que son los responsables de la pérdida de imagen al degradar la gelatina, que utilizan como sustrato, sobre todo si ésta se encuentra en un ambiente oxigenado, aunque no es imprescindible. Se ha demostrado que algunos materiales que contienen triacetato de celulosa son más resistentes a la degradación. La observación visual del biodeterioro de la película al microscopio óptico

enseña una serie de puntos abultados e irregulares que aumentan de tamaño y número cuando el material se deja desatendido un tiempo (véase Abrusci y cols. *International Biodeterioration & Biodegradation* 56: (58-68) 2005). También se puede observar por criofactura cómo las hifas del hongo son capaces de penetrar por el material. Todos estos organismos aislados pueden resistir las condiciones ambientales adversas a la vida microbiana, como la desecación o ausencia de alimento y, como consecuencia, fomentar el desarrollo de un biofilm al aumentar la corrosión. Esto, unido a los contaminantes microbianos, pueden degradar la gelatina y otros componentes de la película.

Estos estudios son curiosos y útiles ya que son determinantes para la conservación de parte de nuestro patrimonio cultural e histórico de forma que si queremos mantener las películas, cintas, fotos, así como radiografías o cualquier otro elemento de semejante composición, habrá que atender a las condiciones que desfavorezcan el crecimiento bacteriano, sin despreciar otras reacciones físico-químicas que lo puedan afectar igualmente.

EVOLUCIÓN FRENTE A «DISEÑO INTELIGENTE»: ¡NO ES LO MISMO!

Miguel Ángel Medina Torres¹

Profesor Titular del Departamento de Biología Molecular y Bioquímica, Universidad de Málaga

En una decisión excepcional en la historia de la organización, la Federación Americana de Sociedades de Biología Experimental (FASEB) emitió el pasado 19 de diciembre de 2005 un comunicado adoptado y firmado por todos los Directores de las sociedades científicas miembros de la Federación. El título de dicho comunicado es bien explícito: «La FASEB se opone al uso de las clases de ciencias para enseñar el diseño inteligente, el creacionismo y otras creencias no científicas». Al representar a 22 sociedades profesionales y 84.000 científicos en disciplinas que cubren el espectro amplio que va desde el nivel molecular a la salud pública, la FASEB afirma que una adecuada formación e instrucción en ciencia es un componente esencial de la educación, estima que es crítico preservar la integridad de la educación científica y se opone a la enseñanza «por decreto» de conceptos que no estén basados en principios científicos. Según el presidente de la FASEB, Bruce Bistrian, *La evolución es un tema esencial en la educación científica y la base para entender la biología y la medicina. La comunidad científica debe movilizarse ante el reto de defender la educación científica contra las iniciativas que propugnan la enseñanza del creacionismo*

y del diseño inteligente en las clases.

Los que defienden el creacionismo y el diseño inteligente como teorías científicas argumentan que la evolución es «simplemente una teoría», no un hecho, y que, por tanto, el diseño inteligente debe ser presentado como una alternativa a la evolución o, al menos, se le debe conceder un tiempo similar en las escuelas para «enseñar la controversia» que rodea a la teoría evolucionista. En su comunicado, la FASEB se opone a estas ideas y afirma que *estas posiciones socavan gravemente la educación científica*. En ciencia, una teoría es una explicación de fenómenos naturales basada en la observación directa o en la experimentación. Las teorías, para ser tales, deben ser lógicas, predictivas, comprobables y abiertas a la revisión y la crítica. Pues bien, la evolución es una de las teorías más profundamente sometida a prueba, sólidamente apoyada en innumerables pruebas procedentes de muy diversos campos de las ciencias biológicas. Y no sólo esto: además, la evolución está en la base de mucho de lo que actualmente conocemos sobre genética, inmunología, la resistencia a antibióticos, el origen del hombre y la adaptación de las especies a los cambios ambientales. Por contra, la FASEB afirma que ni el diseño inteligente ni

¹ La revista *Encuentros en la Biología* no es un foro de opinión y, de hecho, sus Instrucciones a los autores especifican que no se admitirán artículos de opinión. Excepcionalmente, la actualidad y la gravedad del tema que aquí se comenta, ha conducido a que el equipo editorial de la revista permita, por una vez, que se viertan opiniones y posicionamientos personales en un artículo. Vaya, de antemano, mi agradecimiento por tal motivo.

el creacionismo son ciencia (opinión que yo y la inmensa mayoría de los científicos compartimos), pues no se basan en la observación directa ni en la experimentación ni generan predicciones comprobables. Hoy por hoy, se trata de ideas pseudocientíficas y, como tales, no deberían entrar en las clases de ciencias.

El órgano oficial de la FASEB, la prestigiosa revista de investigación FASEB Journal, en su número de marzo, publica el comunicado oficial acompañado de un Editorial firmado por el editor jefe de la publicación, Gerald Weissmann, y de un ensayo firmado por Frederick Grinnell con el significativo título *El diseño inteligente: la falacia recapitula la ontogenia*. En su ensayo, Grinnell sugiere una línea alternativa de actuación para combatir a los que defienden la inclusión del «diseño inteligente» en las clases de ciencias: en vez de enfocar la crítica en el creacionismo, responder al diseño inteligente como una secuela de trasnochadas ideas de los siglos XVII y XVIII acerca de la biología del desarrollo. En el siglo XVII los naturalistas consideraban que el desarrollo embriológico simplemente reflejaba un «desplegamiento» y aumento de tamaño de organismos que preexistían en las células germinales. El famoso dibujo —datado en 1694— del inventor holandés Nicolas Hartsoeker del *humúnculo* (hombrecito en miniatura) contenido en un espermatozoide ejemplifica perfectamente esa línea de pensamiento. En el siglo siguiente, el fisiólogo alemán Friedrich Woff demostró que el desarrollo daba lugar, de hecho, a nuevos tejidos y órganos, que no estaban «preformados», desterrando de una vez y para siempre las ideas predominantes en el siglo anterior; sin embargo, el propio Wolff se encontró en la necesidad de invocar una «fuerza organizativa hipotética», la *vis essentialis*, para justificar sus observaciones. El tiempo se encargaría de confirmar sus observaciones y refutar su apelación a una «fuerza vital». La ciencia progresa de forma dialéctica, apoyándose en el descubrimiento (aprender nuevas cosas acerca del mundo) y la credibilidad (tratar de convencer a otros que los nuevos hallazgos son correctos, empleando los instrumentos y el método de la ciencia).

En su editorial, Weissmann añade argumentos de credibilidad científica mediante el análisis de los artículos publicados bajo el sistema de «revisión entre pares». Mientras que el *Discovery Institute* (una de las organizaciones visibles que defienden la enseñanza del «diseño inteligente») recoge sólo 4 artículos (que son pura especulación) sobre creacionismo en revistas científicas poco «regladas» y «oscuras»: *Proceedings of the Biological Society of Washington*, *Rivista di Biologia*, *Dynamical Genetics* y *Proceedings of the Second International Conference on Design and Nature*. Usando un criterio de rigor contrastado, entre las revistas de alto impacto incluidas en el listado de High Wire Press, la selección natural de Darwin aparece en 271 títulos (casi todos de artículos experimentales) frente a un único artículo con el «diseño inteligente» en su título, y —además— este único título es una revisión en

el *Journal of Theological Studies*! Weissmann aporta algunos datos sociológicos significativos: sólo el 40% de los norteamericanos creen en la evolución y sólo el 13% sabe qué es una molécula; pero es que en Estados Unidos hay más astrólogos que astrónomos (diez mil frente a 800) y muchos más «predicadores metafísicos» que físicos (422.000 sacerdotes de alguna iglesia frente a 16000 físicos). Afortunadamente, una batalla ha sido ganada en el terreno judicial: como comenta Weissmann, *los científicos norteamericanos respiraron con alivio el pasado mes de diciembre después de que el juez John Jones emitiera en Dover una sentencia en contra de la enseñanza del diseño inteligente en las clases de ciencias*. La sentencia es un informe de 139 páginas en el que se concluye que *son abrumadoras las pruebas de que el diseño inteligente es un punto de vista religioso, simplemente una reelaboración del creacionismo y NO UNA TEORÍA CIENTÍFICA*. Pero Weissmann advierte que el problema y el peligro no terminado con la sentencia de Dover, de forma que hay que dar la bienvenida en estos tiempos a todo tipo de iniciativa que reivindique la evolución como teoría científica y el triunfo de la «luz de la razón». Weissmann menciona y comenta dos exposiciones recientes: la dedicada por el Museo Americano de Historia Natural a la vida, obra e impacto de Darwin, que ilustra el aforismo de Dobzhansky acerca de que *nada tiene sentido en biología salvo a la luz de la evolución* y la celebrada en Nancy para celebrar los 250 años de la Ilustración. A una escala mucho más modesta, no quiero concluir mi comentario sin mencionar una singular experiencia protagonizada por mis alumnos de la asignatura *Biofísica de membranas* del presente curso 2005/06. Ante una propuesta mía de que trabajaran cooperativamente para hacer una puesta en común sobre las teorías de evolución, mis alumnos tomaron la iniciativa de organizarse en dos equipos, cada uno de los cuales ha elaborado una película (de «metraje» corto a medio), ilustrando la una el pensamiento científico de Darwin, y la otra la teoría sintética de la evolución. Ellos (con la ayuda de amigos de otras titulaciones) buscaron y seleccionaron la información, elaboraron los guiones, hicieron la puesta en escena, interpretaron, grabaron y montaron todo. El resultado han sido dos películas divertidas que no renuncian al rigor y, a mi entender, con un indudable valor pedagógico. Con el visto bueno del Equipo Decanal de la Facultad de Ciencias, se hizo el «estreno mundial» abierto al público de estas películas el pasado jueves 27 de abril en el salón de grados.

Conviene subrayar que la teoría de la evolución no se queda en el darwinismo, y que puede integrar avances en el conocimiento, como de hecho ha integrado desde la publicación de *El origen de las especies* en 1859, nuevo conocimiento generado en los campos de la genética mendeliana y de poblaciones, la biología molecular y la biología del desarrollo. En relación con esta última, de hecho, en los últimos años ha emergido un nuevo dominio del conocimiento científico denominado *Evo-Devo* que ha

puesto un renovado énfasis en la noción de «bricolage genético». Sin embargo, ninguna de estas incorporaciones auténticamente científicas se asemejan al acientífico «diseño inteligente», ni —como se apunta desde las páginas de noticias científicas del periódico de información general con mayor difusión en España— entran en flagrante contradicción con la «ortodoxia» darwinista. ¡Ojo con el periodismo supuestamente científico!²

Una científica fuera de toda duda, la bióloga Lynn Margulis aprovechó su paso por Madrid en la segunda quincena de marzo para presentar su visión de la naturaleza ante un auditorio abarrotado. No dejó pasar la oportunidad de posicionarse claramente contra el diseño inteligente. En una entrevista hecha con motivo de su conferencia, Margulis apunta a la necesidad de deslindar los dominios de la ciencia y de las creencias: *Sin duda, se puede explicar a los niños lo que significan las creencias del cristianismo, incluido el concepto del creacionismo, o del budismo. Lo que no se puede es decir que tales*

ideas pertenecen al ámbito de la Ciencia. A lo largo de la Historia, se ha intentado presentar algunos dogmas como si fueran hechos científicos, pero al final la Ciencia siempre ha salido ganando, porque está basada en hechos y pruebas reales. (...) Cualquiera persona puede tener creencias religiosas, pero desde el momento que diga que esas ideas tienen algo que ver con la Ciencia, esto me parece muy grave. Un científico puede ser creyente, pero cuando entra en el laboratorio tiene que ser consciente de que su fe religiosa no puede condicionar su trabajo. Conozco a evolucionistas creyentes, como Ken Miller, un católico practicante, que detestan a los creacionistas por el uso indebido que hacen de sus creencias religiosas, al presentarlas como si fueran hechos científicos. (...) La evolución es un hecho tan demostrado como la ley de la gravedad o la forma esférica de la Tierra y, por tanto, es algo fundamental para el conocimiento de la naturaleza que nos rodea, y de lo que somos.

EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LOS TELEÓSTEOS: LA DORADA, UN EJEMPLO PRÁCTICO

Luis Vargas-Chacoff*, Francisco Jesús Arjona*, Ignacio Ruiz-Jarabo#, María del Pilar Martín del Río y Juan Miguel Mancera

* *Becarios predoctorales*, # *alumno de Tercer Ciclo del Programa de Doctorado «Ciencias del Mar» (Universidad de Cádiz)*, y *Profesores Titulares del Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz.*

Teleósteos y temperatura

Los teleósteos son animales ectotermos y poiquilotermos, de modo que un cambio de la temperatura ambiental afecta a casi todos los procesos fisiológicos de los mismos. Por ejemplo, un aumento de la temperatura determina directamente la tasa de procesos enzimáticos e interacciones entre receptores y ligandos [Hazle y Carpenter, *J. Comp. Physiol.* **155B**: 597-602 (1985)]. Ante cambios en la temperatura ambiental, y si no pueden desplazarse a un nuevo ambiente con una nueva temperatura, los estos animales tardan alrededor de 4 días en aclimatarse a las nuevas condiciones térmicas. Los teleósteos usan diversos mecanismos para adaptarse a las nuevas temperaturas ambientales, como por ejemplo: a) la expresión de algunas enzimas aumenta cuando los animales se exponen a bajas temperaturas, como es el caso de la expresión de la glucosa-6-fosfato

deshidrogenasa en el pez gato (*Ictalurus punctatus*) [Seddon, *Comp. Biochem. Physiol. Part A* **118**: 813-820 (1997)]; b) las isoenzimas con diferente termoestabilidad pueden expresarse a diferentes temperaturas, como es el caso de las isoenzimas de la malato deshidrogenasa mitocondrial en las carpas [Kurokawa y Nakano, *Comp. Biochem. Physiol. Part B* **99**: 911-915 (1991)]; y c) la fluidez de las membranas, dada por la proporción de ácidos grasos poliinsaturados, se ajusta a los ambientes con cambios de temperatura [Logue, De Vries, Fodor, Cossins. *J. Exp. Biol.* **203**: 2105-2115 (2000)].

Desde el punto de vista osmorregulador, la temperatura ambiental afecta a diversos procesos osmorreguladores y modifica la actividad Na⁺,K⁺-ATPásica así como la concentración de los iones (sodio y cloro) en el plasma. En la carpa, las altas temperaturas incrementan la actividad de la bomba Na⁺,K⁺-ATPasa, mientras que

² En un artículo publicado en dicho periódico en la segunda quincena de abril se empieza con un título falaz («Se busca un nuevo Darwin»), se continúa confundiendo una revisión científica sobre el estado actual del conocimiento acerca del papel de las redes reguladoras génicas en la evolución de los patrones corporales animales publicada en *Science* con una nueva hipótesis sobre evolución, y se termina afirmando que la «nueva hipótesis» contradice el darwinismo que se enseña en las universidades y se divulga en *best sellers* científicos. En este lamentable modelo de desinformación se llega a afirmar que la ortodoxia darwinista se *acepta como una verdad revelada por los intelectuales y científicos de otras áreas*, cuando las «verdades reveladas» no caben en el dominio de la ciencia.

a bajas temperaturas dicha bomba está inhibida y, por ende, la expresión de la misma aumenta [Metz, Van den Burg, Wandelaar Bonga, Flik, *J. Exp. Biol.* **206**: 2273-2280 (2003)].

La dorada

Sparus auratus L. es un teleosteo marino perteneciente a la Clase de los Actinopterygios, Orden de los Perciformes, Familia de los Espáridos. Se distribuye por todo el Mediterráneo, así como por las costas orientales del Atlántico [Bauchet y Hureau, *Whitehead P.J.P., Bauchot M. L., Hureau J. C., Nielsen J., y Tortonese E., Eds*, pp.906 (1986)]. Se localiza en pequeños grupos, en praderas y lechos arenosos, aunque su distribución en distintos hábitat depende de la etapa del ciclo reproductor en la que se encuentren. Se localiza principalmente en zonas costeras, aunque puede penetrar en lagunas saladas o salobres comunicadas con el mar, desembocaduras y deltas de ríos, y en esteros [Arias, *Inv Pesq.* **40**: 201-222 (1976); Suau y López, *Inv. Pesq.* **40**: 169-199 (1976)]. La dorada es una especie euriterma y eurihalina, es decir, que puede soportar o tolerar un amplio margen de temperatura y de salinidad.

En España, la dorada es el teleosteo marino cuyo cultivo ha tenido mayor éxito en los últimos años. Su producción cultivada ha pasado de 127 Tn en 1985 a más de 9800 Tn en 2001, superando a las capturas por pesca [FAO 1999]. En nuestro país, las poblaciones salvajes de esta especie se encuentran muy mermadas debido a la intensa pesca a la que ha sido sometida [FAO 1999]. Según el Libro blanco de la acuicultura en España (1999), el 56% de la producción se realiza en jaulas, mientras que el 35% se realiza en antiguas salinas y el 9% restante en tanques de tierra. El 50% de la producción de dorada se lleva a cabo en el sur de la península, fundamentalmente en Andalucía.

La dorada y el síndrome de invierno

En invierno, cuando las temperaturas fluctúan por debajo de los 13 °C, las doradas cesan de comer y, si lo hacen, es menor al 0,1% de peso corporal, (en comparación de los 4 o 5% de peso corporal que ingieren durante los periodos más cálidos) [Tort, Padrós, Rotlland, Crespo, *Fish and Shellfish Immunol.* **8**: 37-47 (1998)]. Bajo estas condiciones se manifiesta el llamado «síndrome de invierno» y el porcentaje de mortalidad puede llegar a valores cercanos al 10%. El síndrome de invierno se caracteriza por una inmunosupresión y la consiguiente falta de resistencia a ciertos agentes patógenos como bacterias o virus. Además, se observan algunos síntomas tales como la natación de lado, aletargamiento y baja reacción a impulsos externos. Por otro lado, también se han descrito algunas lesiones internas tales como: necrosis en las fibras musculares, atrofización del páncreas exocrino, palidez y fibrilización del hígado, degeneración de las grasas en los hepatocitos, y un tubo digestivo distendido que contiene un líquido claro que indica una menor capacidad de absorción de nutrientes [Padrós, Crespo, Sala, Sánchez, Blasco, Fernández,

Rotlland, Tort, *International Congress on the Biology of Fish, Baltimore, MD* (1998); Tort, Rotlland, Rovira, *Comp. Biochem. Physiol. Part A* **120**: 175-179 (1998); Contessi, Vatpatti, Gusmani, Bovo, Maltese, Mutinelli, Borghesan, Gennari, *Boll. Soc. Ital. Patol. Ittica.* **12**: 2-16 (2000)].

Algunos trabajos previos de otros autores se han centrado en la inducción del síndrome de invierno por una disminución de la temperatura ambiental, analizándose los aspectos histológicos e inmunológicos del mismo [Sala-Rabanal, Sánchez, Ibarz, Fernández-Borràs Blasco, Gallardo, *Fish Physiol. Biochem.* **29**: 105-115 (2003); Rotlland, Balm, Wendelaar-Bonga, Pérez-Sánchez, Tort, *Fish Physiol. Biochem.* **23**: 265-273 (2000)]. Sin embargo, los trabajos de cómo afectan las bajas temperaturas al sistema osmorregulador de la dorada son muy escasos. Así, sólo existe una referencia donde se indica que la concentración del sodio y el cloro aumentan debido a la aclimatación a las bajas temperaturas [Sala-Rabanal, Sánchez, Ibarz, Fernández-Borràs Blasco, Gallardo, *Fish Physiol. Biochem.* **29**: 105-115 (2003)]. De este modo, existe un desconocimiento de cómo afecta la temperatura a los parámetros bioquímicos y osmorreguladores en esta especie.

Dorada y temperatura: efectos sobre la osmorregulación y el metabolismo

Nuestro grupo de investigación está analizando las interrelaciones entre la temperatura ambiental y el metabolismo y la osmorregulación en la dorada. Así, se realizó un experimento donde se estudiaron los efectos de tres temperaturas (26 °C, 19 °C y 12 °C) en unos ejemplares adaptados al agua de mar. El objetivo de este trabajo fue analizar los efectos de la temperatura ambiental en la osmorregulación y el metabolismo.

En relación a la osmorregulación, se analizó la actividad Na^+, K^+ -ATPásica branquial y renal, así como los valores de osmolaridad plasmática. La actividad Na^+, K^+ -ATPásica branquial disminuyó en los grupos a 12 y 26 °C, y fue significativamente diferente entre los 3 grupos. La actividad Na^+, K^+ -ATPásica renal presentó los valores más altos en los grupos con 12 y 26 °C, con diferencias significativas con respecto al grupo de 19 °C. La osmolalidad plasmática era menor en los ejemplares a 12 y 26 °C que en los ejemplares a 19 °C. En relación al metabolismo, se analizó la concentración de glucosa, lactato, proteínas y triglicéridos en la sangre. Los ejemplares mantenidos a una temperatura de 26 °C poseían concentraciones de glucosa y lactato significativamente mayores que los ejemplares aclimatados a las otras dos temperaturas. Las proteínas presentaron, respecto al grupo aclimatado a una temperatura de 19 °C, una disminución de concentración. La concentración de triglicéridos disminuyó significativamente en los ejemplares aclimatados a mayor temperatura respecto a los otros dos grupos de peces analizados.

En los ejemplares de dorada mantenidos a altas temperaturas, y al ser los teleosteos animales poiquiloterms, aumenta el metabolismo y la necesidad

de sustratos energéticos (como es el caso de la glucosa y el lactato). Por otra parte, en los ejemplares de dorada mantenidos a bajas temperaturas, donde se produce un descenso del consumo de alimentos, los valores de

triglicéridos aumentan, lo que indica una movilización de las grasas en situaciones de baja temperatura con el objeto de paliar la disminución del consumo alimenticio anteriormente indicada.

