



# ENCUENTROS EN LA BIOLOGÍA

AÑO 2, NÚMERO 16, MAYO 1994

ENCUENTROS EN LA BIOLOGÍA es editado por

**Editor ejecutivo**  
Salvador Guirado

**Comité editorial**  
Ramón Muñoz-Chápuli  
Antonio de Vicente  
José Carlos Dávila  
Francisco Cánovas  
Francisca Sánchez Jiménez  
Luis Javier Palomo  
Antonio Flores  
Félix L. Figueroa

**Colabora en este número**  
Juan Lucena

2

Los equilibrios interrumpidos se hacen mayores de edad

3

¿Duerme el oído?

4

Segundo año

Editado con la colaboración del I.C.E. de la Universidad de Málaga

## CONSIDERACIONES SOBRE LA CONSERVACION DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

A nivel global planetario se puede afirmar que, tanto el ciclo como la cantidad de agua se mantienen constantes desde sus orígenes, pero a una escala menor se establecen importantes diferencias, tanto en el ciclo, como en su disponibilidad, y más concretamente de las aguas potables. Disponibilidad que se ha visto negativamente afectada debido a la utilización que de las mismas se hace, principalmente como vehículo de eliminación de residuos contaminantes.

Consecuentemente, la distribución irregular, tanto en el tiempo como en el espacio, en la disponibilidad del agua potable y la alteración que sufre después de su utilización, no nos permite hablar de un modelo global del ciclo del agua, ni de un modelo único de utilización y reutilización del agua potable, por lo que, en cada caso particular, hay que emplear una estrategia diferente para el manejo de la misma, entendiéndolo por manejo el camino recorrido, las incidencias sufridas desde su captación hasta su vertido, y las medidas correctoras aplicadas para la recuperación de la calidad natural, la cual no es igual en todos los puntos de captación y menos aún en los de vertido. A esto se une que tampoco se le exige la misma calidad a todas las aguas que el hombre usa, ya que ésta viene determinada por el uso que de ella se haga.

En cualquier caso hemos de exigir y conseguir que un agua, una vez utilizada, cuando sea vertida a un cauce público, o al mar, tenga unas características lo más parecidas posible a las de antes de ser captada, es decir, debe haberse corregido la contaminación provocada durante su uso.

Las definiciones siempre ayudan, ¿qué se entiende por contaminación?. Es la alteración de las características natu-

rales del agua por la acción humana, lo que determina que no sea parcial, o totalmente adecuada para una aplicación, o uso posterior.

Inmediatamente nos damos cuenta que no se puede hablar de contaminación en sentido general, sino que dependiendo del uso que del agua se hace, el grado de contaminación alcanzado es distinto, bajo el punto de vista de la alteración cualitativa y cuantitativa de las variables físico-químicas y biológicas que la caracterizan, y consecuentemente, la pérdida de calidad del agua también es muy diferente, de ahí que para cada caso concreto hemos de conocer muy bien, cualitativa y cuantitativamente, las características de los agentes contaminantes.

Lo anterior no está en contradicción con que se den generalidades, o regularidades, dentro de los procesos de contaminación, y que en los mismos siempre juega un papel fundamental la dinámica de la masa de agua a la que nos referimos. Todo el mundo conoce las diferencias hidrodinámicas que se establecen entre los ríos, y los lagos y embalses. Los primeros los podemos caracterizar por el predominio de flujos horizontales sobre los verticales y los segundos por lo contrario. Así mientras que los ríos dispersan los contaminantes, en los lagos y embalses se concentran, por lo que un episodio puntual de contaminación en un río, que llega a un lago, embalse, acentúa la eutrofización del sistema receptor del mismo, término desgraciadamente cada día más familiar, y que se traduce en una pérdida en la calidad del agua.

En nuestro país en general y en la Región Hidrográfica del Sur en particular, la ausencia de lagos es total, si no consideramos las lagunas, las cuales, como reservorios de agua son cuantitativamente poco importantes, aunque de importancia cualitativa fundamental como habitats, y los ríos se caracterizan por su pequeño e irregular caudal, consecuencia de su localización geográfica y de la climatología asociada a la misma.

La ausencia de lagos está compensada con la existencia de numerosos embalses, los cuales tienen un funciona-

## 2

### Cómo evitar que un tumor se alimente

La angiogénesis es el proceso por el cual un tejido recibe capilares desde vasos sanguíneos próximos. Es, por tanto, un proceso clave en el desarrollo del organismo. En el adulto, la angiogénesis es también importante. Pensemos en la neovascularización que se produce durante la formación del cuerpo lúteo o en la cicatrización de una herida. Pero también la angiogénesis puede tener consecuencias no deseadas para la salud. Cuando un tumor sólido comienza a desarrollarse produce una serie de factores que provocan el crecimiento de capilares desde los vasos próximos para su vascularización y su nutrición. El tumor, de esta forma, puede crecer e invadir los tejidos próximos.

Desde hace algún tiempo se ha pensado que si se impide la vascularización del tumor, éste debería ser incapaz de crecer y extenderse. Esto ha motivado un activo programa de investigación sobre los factores angiogénicos producidos por los tumores y cómo bloquearlos. De estos factores, el VEGF (factor de crecimiento del endotelio vascular) es el único mitógeno conocido específico de células endoteliales, y se piensa que puede jugar un papel clave en la vascularización tumoral. El VEGF es una glicoproteína cuyo receptor, llamado Flk-1, se expresa sólo en células endoteliales. Un equipo del Max-Planck-Institut ha utilizado un retrovirus para infectar células endoteliales *in vivo* con una secuencia codificante para un

miento hidrodinámico idéntico al de los lagos, es decir, están sometidos a períodos de mezcla, durante los meses fríos, aproximadamente entre Noviembre y Mayo, y períodos de estratificación, resto del año, (continúo refiriendome a la zona administrada por la Confederación Hidrográfica del Sur), lo que determina que podamos hablar, en general, de un metabolismo de mezcla, caracterizado por aguas frías bien oxigenadas, baja producción de biomasa; en general agua de buena calidad para consumo humano, situación que se contraponen con el metabolismo de la época de estratificación: temperatura elevada en la capa superficial, gran producción de biomasa, acumulación de material particulado en la zona de mayor gradiente térmico (Termoclina), y anoxia en la capa profunda, lo que siempre determina una mala calidad del agua en esta zona.

No quiero que se piense, al no nombrarlas, que las aguas subterráneas están libres de contaminación, recuerdense los problemas en Huelva y Almería por ejemplo.

De lo anterior no hay que sacar la conclusión de que ¡todo está perdido!, en lo referente a la lucha contra la eutrofización, ya que depurando las aguas residuales, lo que técnicamente está resuelto, junto con la propia dinámica de la masa de agua embalsada, a través de mecanismos físicos, químicos y biológicos, determina la recuperación de sus características naturales, y consecuentemente de su calidad, siempre que no reciban de forma continua carga contaminante.

El Plan Hidrológico Nacional contempla la posibilidad de construir 121 embalses, con la idea de cubrir el déficit para el consumo, cifrado en de 2.9 kilómetros cúbicos anuales para todo el territorio nacional. Sin lugar a dudas, la construcción de los mismos supondrá una tremenda transformación ecológica de todos los valles de los ríos que se vean afectados, unos en más intensidad que otros. Quiero recalcar que esto ya es muy importante y sobre lo cual se habrán hecho las oportunas valoraciones en relación con el dilema Conservación-Desarrollo, pero que no es el único problema, ya que sino se toman medidas correctoras contra los vertidos contaminantes, los embalses nacen muertos y con un

elevadísimo coste de la potabilización de sus aguas.

¿Han pensado y evaluado las autoridades competentes cuanto supondría la corrección de la contaminación de las aguas residuales, y en vez de arrojarlas al mar reutilizarlas para el riego en general y de los campos de golf en particular?. Sigo pensando en nuestra zona. ¿Se podría evitar la construcción de algún embalse como resultado de la medida anterior?, ¿y si a lo anterior le unimos una mejor conservación de las redes de distribución?, ¿y si le añadimos una educación del uso adecuado de la misma?.

Para terminar, permítaseme que, basado en el dicho popular "nunca llueve a gusto de todos", incida en que "todos" no tenemos la misma responsabilidad a la hora de decidir entre las distintas alternativas posibles, pero las personas responsables de dicha elección sí tienen la obligación, cuanto menos política, de que las mismas estén basadas en el bien de la mayoría, lo que en mi opinión pasa por alcanzar la concordia en el binomio Conservación -Desarrollo. J.L.

## LOS EQUILIBRIOS INTERRUMPIDOS SE HACEN MAYORES DE EDAD

Parece que fue ayer, pero la hipótesis de los equilibrios interrumpidos acaba de cumplir 21 años. Con este motivo, sus progenitores, Stephen Jay Gould y Niles Eldredge, han publicado un artículo de revisión en *Nature*, donde comentan como su aportación, junto con los desarrollos posteriores de Steven Stanley y Elizabeth Vrba, ha impulsado un nuevo programa de investigación en biología evolutiva y parece haber sido aceptada por la mayor parte de los investigadores en este campo [Gould y Eldredge, *Nature*, 366, 223 (1993)]. Stephen Jay Gould trabaja en el Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard, y es bien conocido en España por sus extraordinarios libros de ensayos publicados por la

mutante dominante-negativo del receptor Flk-1 [Millauer et al., *Nature*, 367, 576 (1994)]. El receptor mutado carece de 561 aminoácidos del dominio intracelular, y forma dímeros inactivos con el receptor normal. Los ratones infectados con el retrovirus carecen, pues, de receptores funcionales para el VEGF en sus células endoteliales. Estos ratones recibieron trasplantes subcutáneos de células de glioblastoma, un tumor muy agresivo y resistente a todas las terapias. Después de tres semanas, los tumores apenas habían crecido en los ratones infectados con el retrovirus. Incluso cuando la infección con el retrovirus se produjo después de la implantación del tumor, el crecimiento de éste fue más lento que en los ratones control, aunque el efecto fue transitorio. Aunque serán necesarias muchas más investigaciones antes de pensar en una aplicación clínica de este modelo, la estrategia de bloqueo del receptor para el VEGF se muestra prometedora en la terapia del cáncer.

editorial Blume. Niles Eldredge trabaja en el Museo Americano de Historia Natural de Nueva York. A finales de 1972 estos dos autores publicaron un artículo en un libro [*Models in Paleobiology*, Freeman, San Francisco] en el que señalaban que la mayoría de las "especies morfológicas" en el registro fósil aparecían instantáneamente a escala geológica, para mantenerse inalteradas luego durante largos periodos de tiempo, a menudo millones de años. Esto contrastaba fuertemente con el escenario clásico de transformación gradual y continua de las especies bajo la acción de la selección natural. Esta discrepancia había sido ya advertida por el propio Darwin, quien achacó a la insuficiencia del registro fósil la falta de acuerdo con las predicciones de su teoría. Esta fue la explicación generalmente aceptada hasta que Eldredge y Gould, entonces dos jóvenes y ambiciosos naturalistas, propusieron que la estasis morfológica no significaba ausencia de información, sino el testigo de un proceso real: la coexistencia de fenómenos de especiación relativamente rápidos con largos periodos de estabilidad morfológica.

¿Qué ha pasado desde entonces? Gould y Eldredge pasan revista a una serie de consecuencias provocadas por su idea original. En primer lugar, se constata la abundancia de casos obtenidos del registro fósil que se ajustan al modelo de equilibrios interrumpidos. Desde los microfósiles hasta los mamíferos, pasando por moluscos, briozoos, braquiópodos o trilobites, ejemplos de estasis morfológica han sido mostrados en todos los grupos principales de fósiles. En algún caso este fenómeno se ha observado en organismos sometidos a ciclos de glaciación, lo que muestra que la estabilidad morfológica es un fenómeno activo, y no una respuesta pasiva a un ambiente constante [Cronin, *Science*, 227, 60 (1985)]. Esto no significa que no se hayan observado casos de cambio gradual en determinados grupos de fósiles, pero sí que su frecuencia relativa es inferior a la de los casos explicados por el modelo de equilibrio interrumpido. Una segunda consecuencia del modelo es la reformulación del problema de la evolución a gran escala y, en particular, del fenómeno de las tendencias evolutivas. Por ejemplo, la tendencia al aumento de tamaño y la disminución del número de dedos en el linaje de los caballos. Estas tendencias eran explicadas dentro del marco clásico de la Teoría Sintética o Neodarwinista como resultado del cambio gradual dentro de un linaje. Evidentemente, el cam-

bio gradual es incompatible con el modelo de estabilidad morfológica. Esto ha llevado a la formulación de los modelos de selección o clasificación de especies. En pocas palabras, la idea de estos modelos es que las tendencias evolutivas se deben al éxito diferencial de determinadas especies, éxito que se traduciría en mayor longevidad y/o capacidad de especiación. La selección de especies produciría un cambio morfológico en una dirección determinada a pesar de la ausencia de cambio morfológico dentro de cada una de las especies que componen la tendencia global. Frente a los planteamientos darwinistas, que hacían énfasis en la supervivencia del individuo, y los neodarwinistas que resaltan la importancia de la variación genética intrapoblacional, la selección de especies propone un modelo jerárquico de selección, con acción simultánea a nivel genético, orgánismico y específico.

A pesar de la progresiva aceptación del modelo, quedan muchos problemas sin resolver. Un campo especialmente atractivo es el de las relaciones entre especiación y cambio morfológico, fenómenos que están ligados en el modelo de los equilibrios interrumpidos. Eldredge y Gould constatan que esta predicción del modelo no ha recibido ningún apoyo empírico. Sin embargo, estos autores destacan una interesante sugerencia de Futuyma: el cambio morfológico se podría producir y acumular en cualquier momento de la trayectoria geológica de una especie; pero a menos de que sea fijado y protegido por la adquisición de aislamiento reproductivo (esto es, por especiación), terminará siendo diluido y absorbido por la población original. Por tanto, no es que el origen de la nueva especie permita el cambio morfológico, sino que la especiación proporciona la única posibilidad de proteger el cambio cuando éste se ha producido [Futuyma, *Am.Nat.*, 130, 465 (1987)]. R.M.

## ¿DUERME EL OÍDO?

El sueño no es un estado de parálisis total en la actividad de los animales, y aunque hay ciertas funciones corporales que se encuentran disminuidas o enlentecidas (el ritmo cardíaco o la respiración, por ejemplo), otras, como la actividad eléctrica cerebral, son intensas [En-

## Segundo año

Con este número concluimos la edición del segundo año de los Encuentros en la Biología. Como el año anterior, la proximidad de los exámenes finales y la finalización de las clases en este mes hacen aconsejable no editar en número en el mes de junio; así que nos despedimos hasta el mes de Octubre con el principio del nuevo curso académico. Desde aquí queremos agradecer a todos los que han colaborado para hacer posible esta experiencia, a profesores, becarios de investigación y a los alumnos que han dedicado parte de su tiempo a hacer algo que es de todos. Nos gustaría que nos hiciérais llegar cualquier tipo de crítica y sugerencias, porque comprenderéis que es la mejor manera de que entre todos mejoramos esta revista. Para ello no dudeis en dirigiros a cualquiera de los editores, al I.C.E., o al teléfono 2131961. Podeis estar seguros de que vuestras ideas pueden ayudarnos mucho más a mejorar la calidad de la publicación que la sola reflexión por nuestra parte de qué es lo que creemos mejor para la revista. Gracias de nuevo a todos y hasta el curso que viene.

*cuentros en la Biología*, 10, 2 (1993)]. Tampoco todos los sentidos están completamente inactivos, aunque en la mayoría de los casos el umbral necesario para que los estímulos provoquen alguna respuesta es mayor que durante el estado de vigilia.

En la vigilia, y también durante el sueño, nuestro organismo está virtualmente "bombardeado" por una miríada de estímulos que, a través de los diferentes receptores sensoriales y las vías nerviosas asociadas, tratan de llegar a la corteza cerebral donde son percibidos (la percepción sensorial se aplica a la consciencia del estímulo). Estímulos táctiles, como el roce de la ropa sobre la piel o la presión sobre la planta de los pies al caminar, estímulos visuales de infinitas formas y colores que aparecen en la escena visual, o estímulos auditivos, además de otros estímulos como los que afectan al gusto o al olfato, son captados por células especializadas (receptores), que mandan la información codificada en forma de impulsos eléctricos al cerebro. Sin embargo, en cualquier situación, el cerebro sólo percibe algunos de estos estímulos.

La percepción sensorial en el sistema nervioso parece funcionar según el principio de la "información relevante". Sólo aquella información que es importante es percibida. El resto de la información, la mayoría, es desestimada, aunque en cualquier momento esta información desatendida puede pasar a ser relevante y, entonces, la atención se centrará en ese nuevo estímulo que será percibido con claridad. Es difícil imaginar qué ocurriría si todos los estímulos que afectan a nuestros receptores sensoriales fueran percibidos conscientemente en todo momento.

¿Cómo ocurre esto?. La organización de los sistemas sensoriales es tal que permite el control, por parte de centros encefálicos superiores, del flujo de información que se dirige hacia tales centros superiores. Básicamente, cualquier estímulo sensitivo que es captado por un receptor no se transmite directamente a la corteza cerebral (que es donde el estímulo se hace consciente), sino que es "relevado" en distintos centros nerviosos (grupos de neuronas dentro del sistema nervioso central) hasta que finalmente alcanza la corteza cerebral. Por tanto, los estímulos sensitivos hacen una serie de "escalas" intermedias en su camino hacia la consciencia. Cualquiera que sea el estímulo es "relevado" en alguno o varios centros nerviosos antes de llegar a la corteza cerebral. Es a nivel de los centros

intermedios fundamentalmente donde se realiza el control, aunque también se puede dar sobre los propios receptores. La corteza cerebral, directa o indirectamente, puede inhibir aquella información sensitiva irrelevante para que ésta no le llegue y, al mismo tiempo, puede facilitar la llegada de la información importante. Mecanismos inhibidores que operan a nivel de los centros intermedios, dirigidos por la corteza cerebral, controlan el acceso de la información sensitiva al nivel consciente.

Durante el sueño operan probablemente los mismos mecanismos inhibidores, quizás reforzados, de manera que impiden el acceso a la consciencia de la mayor parte de los estímulos. Además, el sueño se asocia normalmente con la noche y la oscuridad, y también con un nivel más bajo de "ruido", aunque otros estímulos mecánicos están presentes. Por otro lado, los párpados disminuyen notablemente la cantidad de luz que puede alcanzar al ojo, sumando este efecto a la oscuridad nocturna. En condiciones normales, sin embargo, cualquier tipo de estímulo, si tiene la intensidad suficiente, puede producir el despertar. El oído parece escapar a esta norma general. En cierto sentido, el oído es especial ya que más que la intensidad del sonido es la "calidad" del sonido lo que puede determinar el despertar. Incluso durante el sueño, el cerebro es capaz de discriminar un sonido importante, aunque sea muy leve, de otros "ruidos" irrelevantes de mayor intensidad. El primero de ellos nos despertará (aunque no sea percibido conscientemente) y nos colocará en una situación de alerta para percibirlo con claridad y actuar en consecuencia. Un animal dormido se despertará ante el mínimo sonido sospechoso que pueda delatar la presencia de un posible depredador, aun cuando exista un nivel de ruido ambiental igual o incluso superior que no provoque tal reacción. Una madre dormida detectará, simplemente, una variación en el ritmo respiratorio de su hijo recién nacido o el más mínimo gimoteo, que le harán despertar, mientras que otros estímulos auditivos más intensos serán inadvertidos. En general, aquellos sonidos que puedan significar algún tipo de peligro serán capaces de provocar el despertar y el subsiguiente estado de alerta. En estos casos, los estímulos no son reconocidos conscientemente como tales, pero provocan la reacción de despertar. El cerebro es capaz de "aprender" a oír lo que le interesa incluso cuando está "durmiendo".  
J.C.D.