

Guía del profesor

1
bachillerato

Ciencias para el Mundo contemporáneo

Mariano García

Juli Peretó

Fernando Sapiña

Daniel Ramón

Francisco J. Morales

Juan Fabregat

Pedro J. García

Monica Edwards

Fernando González

Guía Didáctica I

bachillerato 1



Ciencias para el Mundo Contemporáneo

Autores

Juan Fabregat Llueca
Juli Peretó Magraner
Fernando Sapiña Navaro
Pedro Javier García García

Daniel Ramón Vidal
Mónica Edwards Schachter
Fernando González Candelas
Francisco J. Morales Olivas

Coordinador editorial

Mariano García Gregorio

Ciencias para el Mundo Contemporáneo

1 bachillerato

©ES PROPIEDAD

Juan Fabregat Lluca

Juli Peretó Magraner

Fernando Sapiña Navarro

Pedro Javier García García

Daniel Ramón Vidal

Mónica Edwards Schachter

Fernando González Candelas

Francisco J. Morales Olivas

Mariano García Gregorio

Editorial ECIR, S.A.

Diseño de interior: Diseño gráfico ECIR

Edición: Editorial ECIR

Impresión: Industrias gráficas Ecir (IGE)

Ilustraciones: Diseño Gráfico ECIR

Diseño e ilustración cubierta: Valverde e Iborra / Diseño gráfico ECIR

Depósito legal: V-4323-2008

I.S.B.N.: 978-84-9826-450-0

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.



Villa de Madrid, 60 - 46988 - P.I. Fuente del Jarro - PATERNA (Valencia)
Tels: 96 132 36 25 - 96 132 36 55 - Móvil: 677 431 115 - Fax: 96 132 36 05
E-mail: ecir@ecir.com - <http://www.ecir.com>

Índice interactivo. Situar el cursor sobre el tema al que se desee ir y hacer clic.

1	EL UNIVERSO	5
2	LAS ESTRELLAS, LOS PLANETAS Y LA VIDA	11
3	LA VIDA EN CAMBIO PERMANENTE	15
4	DE LA QUÍMICA A LA BIOLOGÍA	21
5	LA REVOLUCIÓN GENÉTICA	27
6	CLONACIÓN	31
7	LA SALUD Y LOS FACTORES DE QUE DEPENDE	33
8	EL USO RACIONAL DE LOS MEDICAMENTOS	39
9	LA HUMANIDAD ANTE LOS CAMBIOS GLOBALES	45
10	EL CAMINO HACIA LA SOSTENIBILIDAD	51
11	DEL HACHA A LA FIBRA ÓPTICA	57
12	ECOLOGÍA INDUSTRIAL	67
13	ORDENADORES Y COMUNICACIÓN	71
14	INTERNET. EL MUNDO INTERCONECTADO	77

SOLUCIONARIO ACTIVIDADES

1 EL UNIVERSO

Actividades pág. 23

1. Explica los diferentes modelos de Universo representados en la figura.

- Partiendo desde la parte inferior de la figura, nos encontramos con los siguientes modelos:
 - a) Contracción. En este modelo la densidad del Universo es superior a la densidad crítica, y por tanto la fuerza de gravedad será capaz de frenar la expansión. Una vez el Universo detenido, la propia gravedad hará que las galaxias se atraigan, y por tanto se producirá una contracción.
 - b) Universo plano: La densidad del Universo es exactamente la densidad crítica. La expansión es cada vez más lenta, y se detendría en un tiempo infinito. El tamaño del Universo tiende asintóticamente a un valor finito.
 - c) Expansión. La densidad del Universo es inferior a la crítica. La expansión es cada vez más lenta debido a la gravedad, pero nunca se detendrá, y el Universo será cada vez más grande.
 - d) Expansión constante. La densidad del Universo es muy pequeña, el Universo está prácticamente vacío y el efecto de la gravedad es despreciable. Por tanto la expansión se produce siempre a la misma velocidad. El tamaño del Universo crece uniformemente con el tiempo.
 - e) Expansión acelerada. Existe una fuerza en el Universo de carácter repulsivo y más intensa que la gravedad a gran escala. La velocidad de expansión es cada vez mayor.

2. ¿Cuál parece responder mejor a las investigaciones actuales?

- El modelo de expansión acelerada. Las observaciones indican que en el pasado la expansión era más lenta que en el Universo actual, y por tanto la expansión del Universo está acelerando.

3. ¿Qué se entiende por Universo pulsante?

- Es un concepto relacionado con el modelo del Universo en contracción. Si la expansión se detiene la gravedad hace que el Universo se contraiga, siendo éste cada vez más pequeño y caliente hasta concentrarse todo en un punto. Sería un proceso inverso a la expansión después del Big Bang, una suerte de "Gran Implosión".

Si esta implosión se produce y de nuevo tenemos todo el Universo reducido a un punto, podemos especular con que ese punto explote de nuevo, produciendo un nuevo Big Bang y la expansión subsiguiente. Expansión que de nuevo se detendría, vendría una nueva implosión, y así sucesivamente de forma indefinida. Este modelo es el que se conoce como Universo pulsante.

Actividades pág. 30

1. Explica qué es el Universo.

- El Universo es el conjunto de todo lo que es observable y medible, de todo aquello de lo cual nos llega alguna información, y que por tanto podemos estudiar de forma científica.

2. ¿Podemos observar algo que esté fuera del Universo?

- No. Por lo que acabamos de exponer en la definición de Universo, todo aquello que podamos observar automáticamente forma ya parte del Universo, y por tanto está dentro de él.

3. Explica las diferencias entre la descripciones del espacio y del tiempo proporcionadas por la física de Newton y por la de Einstein.

- En la física de Newton el espacio es un espacio matemático, el espacio afín, en el cual se encuentra la materia y tienen lugar los fenómenos físicos. El espacio existe de forma independiente a su contenido. Es decir, que si no hubiese materia ni energía el espacio seguiría

existiendo como espacio vacío. Y por otra parte, el contenido de materia no altera las características del espacio.

El tiempo es independiente del espacio y de la materia. Es el parámetro de las ecuaciones del movimiento, y transcurre por igual en todos los sistemas físicos y en todos los puntos del espacio.

En la física de Einstein, el espacio está íntimamente relacionado con la materia, de forma que es su contenido en materia lo que determina las características geométricas del espacio; hasta el punto de que si no hubiese materia no existiría el espacio.

El tiempo está también relacionado con el espacio: es una coordenada más del mismo. La física de Einstein considera el espacio y el tiempo unidos en un espacio matemático de cuatro dimensiones, denominado espacio-tiempo. Tres de esas dimensiones son espaciales, y una temporal. Pero como forman parte de la misma entidad geométrica, pueden mezclarse mediante giros o cambios de ejes de referencia, de forma que el tiempo transcurre de forma diferente en diferentes lugares del espacio.

4. *Explica lo que es una galaxia. Cita algún ejemplo de este tipo de astros.*

- Una galaxia es un gigantesco conglomerado formado por miles de millones de estrellas y nubes de gas, que se mantienen unidas en el espacio debido a la fuerza de la gravedad. Como ejemplos podemos citar nuestra propia Galaxia, la Vía Láctea, una galaxia gigante compuesta por más de cien mil millones de estrellas; las Nubes de Magallanes, dos galaxias enanas que giran alrededor de la nuestra, y que sólo se pueden observar desde el hemisferio sur; la galaxia de Andrómeda y la del Triángulo, galaxias gigantes similares a la Vía Láctea, y que se pueden ver a simple vista en cielos oscuros del hemisferio norte.

5. *¿Cómo sabemos que hay más galaxias, además de la nuestra?*

- Lo sabemos a partir de la observación con instrumentos modernos. Las cuatro galaxias citadas en la actividad anterior son visibles a

simple vista, y con un modesto telescopio podemos ver centenares o miles de ellas. Sin embargo, con instrumentos pequeños no podemos determinar su naturaleza. Por eso en el pasado se les denominaba nebulosas, y muchos científicos pensaban que eran pequeñas nubes de gas pertenecientes a la Vía Láctea.

El advenimiento de los grandes telescopios del siglo XX permitió observar que esas “nebulosas” son en realidad grandes conglomerados de estrellas. Las técnicas de la Astrofísica observacional permiten además medir la distancia a la que se encuentran, y esta distancia es mucho mayor que el tamaño de la Vía Láctea. Por tanto se trata de objetos externos e independientes de nuestra galaxia. Además, conociendo su distancia y su tamaño aparente podemos determinar su tamaño intrínseco, que es comparable o incluso superior al de la Vía Láctea. Todo ello nos lleva a concluir que son galaxias similares a la nuestra.

6. *Las observaciones de Hubble demostraron que todas la galaxias se alejan de la nuestra. ¿Quieres esto decir que nuestra galaxia está en el centro del Universo? ¿Hay alguna explicación alternativa?*

- El hecho de que todas las galaxias se alejen de la nuestra no implica que ésta se encuentre en el centro del Universo, ni en ningún otro lugar privilegiado. Es simplemente un efecto debido a que el Universo está en expansión. Como resultado de esta expansión, todas las galaxias se separan unas de otras, y desde cualquiera de ellas se observa a las demás alejándose. Este efecto se ilustra en la Figura 3.2.

7. *Enumera algunos de los fenómenos conocidos a principios del siglo XX que no pudieron ser explicados satisfactoriamente con la física clásica, y por tanto dieron paso a la aparición de la física relativista y la física cuántica.*

- a) El avance del perihelio de Mercurio. De acuerdo con las leyes de Kepler, la órbita de Mercurio, como la del resto de los planetas, es elíptica. A finales del siglo XIX era bien conocido que el eje mayor de la órbita de Mercurio no tenía una posición fija en el espacio, sino

que giraba en torno al Sol. La magnitud de ese giro, es decir, la velocidad con la que el eje mayor se movía, no puede ser descrita por la mecánica clásica. La nueva física relativista sí describe correctamente ese fenómeno.

b) La radiación del cuerpo negro. Los cuerpos calientes emiten radiación electromagnética, cuya energía e intensidad depende de la temperatura. El espectro de esta radiación térmica no pudo ser explicado en el contexto de la física clásica. La explicación del espectro de emisión del cuerpo negro por Max Planck constituye una de las bases de la Física Cuántica.

c) El experimento de Michelson y Morley. Estos investigadores demostraron que la velocidad de la luz medida en la dirección de la traslación de la Tierra es igual a la medida en la dirección perpendicular a esa traslación. Como hemos explicado en la página 18, este hecho no se puede explicar con la ley de composición de velocidades de la física de Newton.

8. *Describe como era el Universo primitivo, poco después de la gran explosión. Comenta sus diferencias principales con el Universo actual.*

- Después de la gran explosión el Universo estaba muy caliente. Las temperaturas eran tan elevadas que los átomos no podían existir, pues en caso de formarse se destruían inmediatamente por colisión con otra partícula. Los núcleos atómicos tampoco podían existir por la misma razón. Por tanto sólo había un gas de partículas elementales. Además, al haber tanta densidad de energía, esas partículas elementales no eran las del Universo actual, sino partículas mucho más masivas que hoy en día sólo se encuentran en los rayos cósmicos y en los grandes aceleradores. Al estar compuesto por partículas cargadas eléctricamente ese gas no era transparente: la luz no podía viajar, estaba continuamente colisionando, siendo absorbida y reemitida sin cesar.

El Universo actual es muy diferente. Excepto en el interior de las estrellas (ver Capítulo 2), la materia del Universo está mayoritariamente formada por átomos estables eléctricamente neutros, y la luz viaja libremente por el espa-

cio, permitiéndonos observar las galaxias más lejanas.

9. *Explica por qué el Universo tiene un 25% de átomos de helio, y por qué este hecho se considera una prueba de la validez del modelo de la gran explosión.*

- La abundancia cosmológica del helio implica que en el pasado el Universo estuvo muy caliente, mucho más que en la actualidad. El helio se formó mediante reacciones nucleares a partir del hidrógeno, y para que estas reacciones se produzcan la temperatura tiene que ser muy alta, del orden de cien millones de grados. La abundancia de helio implica por tanto un pasado muy caliente del Universo, como predice la teoría de la gran explosión.

10. *Explica por qué el fondo cósmico de microondas se considera una prueba de la validez del modelo de la Gran Explosión.*

- La radiación de fondo cósmico tiene un espectro térmico, que indica que el Universo tiene una temperatura distinta del cero absoluto. Sabemos por otra parte que la expansión hace que el Universo se enfríe. Por tanto, si ahora tiene una temperatura distinta de cero, en el pasado era mucho más caliente, lo cual, como acabamos de ver, es la predicción de la teoría.

11. *Explica por qué la homogeneidad e isotropía del fondo cósmico de microondas representa un problema para la reconstrucción de la historia del Universo.*

- El Universo actual es muy inhomogéneo. La composición y la estructura física son muy diferentes en diferentes puntos del Universo. Consideremos, por ejemplo, el interior de una estrella, el laboratorio de física del instituto o el vacío intergaláctico. El Universo actual es muy estructurado, formado a gran escala por galaxias, que a su vez están formadas por estrellas y nubes de gas. Entre las galaxias, y dentro de las galaxias entre las estrellas, hay enormes espacios vacíos sin apenas materia.

Sabemos que el Universo mantiene esta estructura desde hace mucho tiempo. Observando el Universo lejano, lo cual implica mirar hacia el pasado, vemos que esta estructura de galaxias y estrellas data de muy antiguo, des-

de poco después de la época del desacoplo.

Si la radiación de fondo es completamente homogénea e isotrópica, eso quiere decir que en el momento del desacoplo, cuando se emitió la radiación, el Universo no tenía estructuras: el espacio estaba ocupado por una especie de sopa de partículas completamente uniforme. En estas condiciones es muy difícil justificar como en tan poco tiempo pasamos de un Universo sin ninguna estructura a uno muy estructurado.

Las inhomogeneidades de la radiación de fondo observadas por COBE y WMAP nos indican que en el momento del desacoplo en el Universo ya había estructuras, y por tanto la formación de las estructuras ocurrió mucho antes de la emisión de la radiación de fondo.

12. Describe como será el Universo en el futuro.

- Al continuar la expansión, el Universo será cada vez menos denso, las galaxias estarán más alejadas entre sí. También continuará enfriándose.

Por otra parte, la evolución del Universo lleva también hacia un aumento de su entropía. En el Universo actual hay muchos procesos de producción de energía en marcha. Las reacciones nucleares en el interior de las estrellas, las explosiones de supernova, la caída de materia sobre agujeros negros en los núcleos de las galaxias, son mecanismos que transforman la materia en energía, que es liberada y radiada al espacio, y permite entre otras cosas el nacimiento y sostenimiento de la vida.

En un futuro muy lejano todas las estrellas habrán muerto, y no habrá materia prima disponible para formar estrellas nuevas (ver capítulo siguiente). El Universo estará compuesto únicamente por objetos compactos, como estrellas de neutrones y agujeros negros, fríos y oscuros, y la radiación que viaje por el Universo será sólo la radiación de fondo, enfriada hasta casi el cero absoluto.

A este panorama de futuro se le da el nombre de "muerte térmica del Universo".

13. ¿Qué ocurrió antes de la Gran Explosión? ¿Cuál fue su causa?

- Estas preguntas no admiten respuesta científ-

fica. Como hemos descrito, en la gran explosión no sólo se creó la materia y la energía, sino también el espacio y el tiempo. El tiempo empieza a contar a partir de la gran explosión, y por tanto no hay un "antes", ni tampoco la posibilidad de una causa para la gran explosión.

14. Observa el cielo nocturno en una noche despejada, alejado de la luz artificial. ¿Podrías encontrar alguna prueba de que todas las estrellas que ves se agrupan en una región del espacio finita, lo que denominamos la Galaxia? ¿No podrían extenderse infinitamente por el espacio?

- No. Si el espacio contuviese una distribución infinita de estrellas, en cualquier dirección en la que observásemos la línea visual tarde o temprano encontraría una de ellas, de la misma forma que si miramos a nuestro alrededor en un bosque espeso en cualquier dirección nos topamos indefectiblemente con el tronco de un árbol. De esta forma el cielo entero brillaría como la superficie de una estrella, como la superficie del Sol.

Una forma matemática de exponer este razonamiento es la siguiente: supongamos que las estrellas se extienden uniformemente en un espacio infinito, y consideremos ese espacio dividido en una sucesión de esferas concéntricas alrededor de la Tierra. El brillo aparente de las estrellas disminuye con el cuadrado de la distancia. El volumen de cada una de las coronas esféricas concéntricas, y por tanto el número de estrellas que cada una contiene, aumenta con el cuadrado de su radio. De esta forma, de cada corona esférica nos llega la misma cantidad de luz.

Si las coronas esféricas conteniendo estrellas se extienden hasta el infinito, como de cada una de ellas nos llega la misma cantidad de luz, la iluminación total que recibimos será una suma de infinitos términos iguales, cuyo resultado es infinito. O sea, que nos llegaría una cantidad de luz infinita. Es cierto que las estrellas más cercanas taparían la luz de las más alejadas haciendo que la iluminación no tenga un valor infinito. Pero en cualquier caso, aún considerando este hecho, el cielo debería brillar tanto como la superficie de una estrella.

Por tanto, la oscuridad del cielo nocturno nos indica que el Universo no puede consistir en una distribución infinita de estrellas. Este argumento se conoce con el nombre de “Paradoja de Olbers”, y ha sido un importante elemento del debate sobre el tamaño y la estructura del Universo durante los últimos dos siglos.

15. ¿Cómo sabemos que existe la materia oscura?

- Porque observamos sus efectos dinámicos. Podemos medir la velocidad de giro de las estrellas en torno al centro de la Galaxia, y aplicando las Leyes de Kepler obtenemos la masa de la Galaxia. También observamos galaxias exteriores, en cúmulos de galaxias, girando unas en torno a otras, o alrededor de la galaxia central del cúmulo. Estos movimientos también nos permiten medir las masas de esas galaxias.

La masa que medimos de esta forma, por sus efectos gravitatorios, es muy superior a la masa visible, la que vemos en forma de estrellas y nubes de gas. La diferencia entre la “masa dinámica” y la “masa visible” es lo que llamamos materia oscura.

16. ¿Cómo sabemos que existe la energía oscura?

- Los modelos cosmológicos, ajustados con las observaciones de las inhomogeneidades de la radiación de fondo, nos indican que la densidad del Universo es la densidad crítica, es decir, la densidad necesaria para frenar la expansión. Sin embargo, el contenido del Universo que hemos podido observar, y que incluye tanto materia brillante como materia oscura, sólo da cuenta de un 30% de la densidad crítica. Por tanto, hay un 70% del contenido del Universo que no es materia ordinaria, ni brillante ni oscura. Es lo que llamamos la energía oscura.

17. Explica las diferencias entre materia oscura y energía oscura.

- La materia oscura la detectamos por sus efectos gravitatorios. Por tanto se tiene la confianza de que es materia ordinaria, pese a que no la veamos. En cuanto a la energía oscura, todavía no se ha podido detectar ninguno de sus efectos ni interacciones físicas

con el resto del Universo. A consecuencia de esto su naturaleza es todavía desconocida.

18. ¿Qué quiere decir que la expansión del Universo está acelerada? ¿Cómo hemos descubierto esa aceleración?

- El que la expansión sea acelerada quiere decir que el Universo se expande cada vez más deprisa, las galaxias se alejan unas de otras cada vez a mayor velocidad.

Esto se ha descubierto midiendo la velocidad de recesión de las galaxias más lejanas del Universo, cuya distancia se ha determinado a partir de la explosión de supernovas que han tenido lugar en su seno. La medida de la velocidad de recesión de las galaxias más cercanas nos permite determinar la velocidad de la expansión en el presente. Cuando observamos galaxias muy lejanas, debido a que la velocidad de la luz es finita, estamos mirando el pasado. La medida de la velocidad de recesión de las galaxias más alejadas ha mostrado que en el pasado la expansión del Universo era más lenta que en la actualidad. Por eso sabemos que la expansión está acelerando.

19. Debido a la velocidad finita de la luz, cuanto observamos un objeto lejano estamos mirando hacia el pasado. Por otra parte, las modernas técnicas de observación nos permiten detectar objetos cada vez más alejados. ¿Qué es lo más lejano que podemos observar? ¿Podremos algún día llegar a observar el Big Bang?

- Lo más lejano que podemos observar es la superficie del desacoplo, que vemos en forma de radiación de fondo de microondas. Antes de producirse el desacoplo la luz no viajaba, estaba unida a las partículas, y por tanto no nos llega ningún rayo de luz procedente de épocas anteriores. En consecuencia, nunca podremos observar el momento del Big Bang. Por muy lejos, y por tanto hacia el pasado, que observemos, siempre acabaremos tropezando con la pared que supone la superficie de desacoplo.

20. La vida es el fenómeno más apasionante de la historia del Universo. ¿Existirá en él para siempre, o llegará un momento en que el Universo no pueda albergar vida?

- En un Universo en expansión continua la vida no puede existir indefinidamente. Como hemos descrito en la respuesta a la cuestión 12, llegará un momento en el cual en el Universo no quedará combustible para mantener los procesos de producción de energía, y se producirá lo que llamamos la muerte térmica del Universo. Sin energía disponible la vida no puede sostenerse.

Cabe por tanto considerar la vida como una fase de la evolución del Universo. La vida no ha existido siempre, ni existirá para siempre. La vida se inició tras la muerte de las primeras estrellas masivas que se formaron en el Universo, y que sintetizaron los elementos químicos que ésta necesita (ver Capítulo 2). La vida se extinguirá cuando se extingan las últimas estrellas, y ya no quede materia prima en el Universo para formar estrellas nuevas.

Documento para el debate, pág. 33

1. Si desapareciesen los satélites, ¿en que cambiaría tu vida?

- En la actualidad los satélites artificiales tienen un gran impacto no sólo en la investigación y en la actividad de las administraciones y las grandes empresas, sino también en el día a día de los ciudadanos. Podemos discutir algunos ejemplos:
 - a) Satélites de comunicaciones: son cada vez más numerosas las personas que reciben en sus casas señal de televisión y radio vía satélite. La ausencia de satélites reduciría las posibilidades de transmisión al cable y la señal terrestre, con una importante pérdida de oferta, sobre todo en las zonas alejadas de los grandes núcleos urbanos.
 - b) Satélites meteorológicos: las predicciones del tiempo son utilizadas para planificar sus actividades de trabajo y de ocio por muchos ciudadanos. Sin la observación de la atmósfera desde satélites la realización de predicciones fiables sería casi imposible.
 - c) GPS: hoy en día todo el tráfico aéreo y marítimo depende del GPS para su orientación. Además, cada vez está más implan-

tado el uso personal de esta tecnología para la orientación de vehículos particulares y en actividades lúdicas de excursionismo, senderismo, navegación recreativa, y otras muchas.

2. ¿Tiene sentido dedicar grandes cantidades de dinero a la exploración espacial habiendo tantas necesidades en otros campos?

- Tiene sentido por dos razones que podemos discutir. En primer lugar, el uso del espacio reporta grandes beneficios sociales y económicos. En el plano social, en la respuesta a la cuestión anterior hemos discutido el impacto de la exploración espacial en la vida cotidiana de los ciudadanos. En el plano económico, la tecnología que se desarrolla para la exploración del espacio genera importantes beneficios al ser comercializada para otros usos industriales o de servicios.

En segundo lugar, existe la creencia de que las administraciones públicas destinan ingentes recursos económicos a proyectos de investigación. Desde algunos medios se da a entender que ese desembolso está destinado al desarrollo de carísimas infraestructuras que sólo interesan a un pequeño colectivo de científicos desocupados. Este planteamiento es falaz. En realidad –y muy lamentablemente, todo hay que decirlo– a las administraciones de la mayoría de los países occidentales, y en particular a la española, les preocupa muy poco la investigación científica. La razón por la que se financian las grandes infraestructuras de investigación es para financiar con fondos públicos la industria tecnológica de los diferentes países, que es considerada como un sector estratégico y que sin los grandes contratos para el desarrollo de las infraestructuras científicas no sería competitiva y desaparecería.

3. ¿Qué beneficios se obtienen de la industria espacial?

- Beneficios de tipo científico, económico, de desarrollo tecnológico y de bienestar social. Hemos enumerado muchos de estos beneficios en el texto del documento para el debate, y en la respuesta a la primera cuestión.

2 LAS ESTRELLAS, LOS PLANETAS Y LA VIDA

Actividades pág. 50

1. *Explica las razones por las cuales las nubes de gas en el espacio se comportan de forma diferente a los gases en los laboratorios terrestres. ¿Por qué el gas se contrae y colapsa, en lugar de expandirse?*

- Porque sus condiciones físicas son muy diferentes. En el espacio el gas está mucho más frío y es muchísimo menos denso que en la atmósfera de la Tierra. Por tanto la agitación térmica y las colisiones entre sus moléculas son mucho menores, y en consecuencia la gravedad entre las propias moléculas es comparable, e incluso puede llegar a superar, a la fuerza repulsiva originada por la agitación térmica.

2. *Aunque difícil de apreciar en muchos casos, las estrellas tienen colores diferentes. Las hay amarillas como el Sol, rojas, blancas, azules ... ¿A que se debe esta diferencia de color?*

- La diferencia de color se debe a las diferentes temperaturas en la superficie de las estrellas. El color se corresponde con la temperatura de acuerdo con la ley de Wien. Las estrellas más calientes, con temperaturas superficiales superiores a 20.000 grados, son azules. Estrellas más frías son respectivamente blancas, amarillas como el Sol, o anaranjadas. Las estrellas más frías, con temperaturas inferiores a 3.000 grados, son rojas.

3. *Las estrellas gigantes se diferencian de las enanas no sólo en su tamaño, sino también en su estructura interna. Explica cuales son estas diferencias de estructura.*

- Las estrellas enanas tienen un núcleo de forma esférica en el cual se están produciendo las reacciones nucleares que transforman el hidrógeno en helio, y que suministran la energía necesaria para mantener la estrella caliente. Las estrellas gigantes tienen una estructura más compleja. En su centro hay un núcleo de

helio inerte, en el cual no tienen lugar reacciones nucleares. Alrededor de este núcleo hay una capa, en forma de corona esférica, en la cual tienen lugar las reacciones nucleares de hidrógeno a helio (ver figura 3.1.)

4. *¿Las enanas marrones son estrellas? Justifica tu respuesta.*

- Las enanas marrones no son estrellas. Una estrella es un astro que obtiene su energía a partir de reacciones nucleares en su interior. En el interior de las enanas marrones no hay reacciones nucleares, su energía la obtienen del colapso gravitatorio, y por tanto aunque su tamaño y su brillo sea similar al de las estrellas más pequeñas no se consideran estrellas.

5. *Explica la estructura del Sistema Solar. ¿Por qué los planetas rocosos están todos cerca del Sol, y los planetas gigantes más alejados?*

- Uno de los componentes más abundantes del disco protoplanetario es el vapor de agua. A una distancia suficiente de la estrella, el agua forma cristales de hielo, que participan en los procesos de agregación y así permiten la formación de núcleos planetarios más grandes, cuya mayor fuerza de gravedad permite retener los elementos más volátiles como el hidrógeno y el helio, formando así los planetas gigantes gaseosos.

Cerca de la estrella el agua no forma hielo, y por tanto sólo el polvo y los silicatos participan en los procesos de agregación, formándose así planetas más pequeños cuya gravedad no es suficiente para retener una cantidad importante de hidrógeno y helio.

6. *¿Existirá la Tierra para siempre? ¿Podrá albergar vida de forma indefinida?*

- La Tierra no existirá para siempre. Cuando el Sol se aproxime al final de su vida, se convertirá en una estrella gigante roja. Los modelos modernos predicen que cuando esto suceda

su tamaño aumentará, y su radio se incrementará desde los 700.000 kilómetros actuales hasta un valor comprendido entre 100 y 200 millones de kilómetros. Con toda seguridad la superficie solar se expandirá más allá de las órbitas de Mercurio y Venus. Ambos planetas serán engullidos, se fundirán y su materia se dispersará y pasará a formar parte del Sol gigante.

Los cálculos actuales no nos aseguran si la Tierra correrá una suerte parecida. Su distancia al Sol es de 150 millones de kilómetros. Algunos modelos predicen que el Sol llegará efectivamente más allá de su órbita, y también la destruirá totalmente. Otros consideran que la expansión se detendrá en un radio más pequeño. Aún en este último caso, la emisión de energía de un Sol gigante y muy cercano elevará enormemente la temperatura de la Tierra, fundirá la corteza y dispersará la atmósfera en el espacio. Aunque sea esto lo que suceda y la Tierra no desaparezca como planeta, es seguro que su temperatura será tan alta que no podrá albergar ninguna forma de vida.

7. *Cuando miramos al cielo nocturno, la mayoría de los astros que vemos son estrellas, pero también podemos observar los planetas. ¿Cómo los distinguirías?*

- Si observamos ocasionalmente el cielo, podemos distinguir los planetas por su mayor brillo, y porque no parpadean. Las estrellas se encuentran a distancias muy grandes, y por tanto su tamaño angular aparente es prácticamente nulo, es decir, se observan como objetos puntuales. Esto hace que sean sensibles al centelleo o parpadeo producido por la turbulencia de la atmósfera. Los planetas presentan un disco aparente extenso, y por tanto son mucho menos sensibles al desvío de la luz por la atmósfera.

Observando el cielo con frecuencia durante intervalos de tiempo de días o meses también podemos distinguir a los planetas por su movimiento, porque cambian de posición con respecto a las estrellas que permanecen fijas.

8. *Explica porqué la mayoría de los planetas extra-solares descubiertos hasta la fecha son planetas gigantes, como Júpiter, Saturno o Neptuno ¿Quiere esto decir que planetas rocosos como la Tierra son astros escasos en el Universo?*

- No, se trata de un sesgo observacional. Los planetas extrasolares detectados hasta la fecha se han descubierto de forma indirecta, a través de sus efectos sobre la estrella en torno a la cual orbitan: por su efecto gravitatorio en el caso de los planetas descubiertos mediante observaciones espectroscópicas, o por sus tránsitos por delante de la superficie de la estrella, ocultando parte de su luz, en el caso de los descubiertos con técnicas fotométricas. En ambos casos, el efecto producido por un planeta grande y masivo siempre es mucho mayor que el producido por un planeta pequeño, y eso justifica que hasta ahora la gran mayoría de los planetas descubiertos sean gigantes.

9. *Cuando observamos el cielo, las estrellas las vemos siempre iguales, no apreciamos cambios en ellas. ¿Cómo sabemos que siguen los procesos evolutivos que hemos descrito?*

- El proceso evolutivo descrito nos permite justificar la existencia de las diferentes poblaciones estelares que observamos. Mediante la observación sabemos que hay estrellas enanas, gigantes, supergigantes, de diferentes temperaturas. También observamos protoestrellas, enanas marrones, enanas blancas, agujeros negros, y otras estrellas muy peculiares que corresponden a fases cortas de rápidas de la evolución estelar.

Los modelos de evolución estelar se crean y se ajustan de forma que expliquen la existencia de todos estos tipos de estrellas, y la abundancia relativa de estrellas de cada tipo.

10. *Describe algún caso en que podamos observar la evolución de una estrella en tiempo real.*

- El caso más llamativo son las explosiones de supernova, mediante la observación de las cuales asistimos al proceso de la muerte de una estrella masiva. También se conoce algunas estrellas cuya estructura, tamaño y temperatura cambia muy rápidamente –en el

plazo de unas pocas décadas– debido a que se encuentran en fases muy rápidas de la evolución, como son por ejemplo el inicio de la combustión del helio o del carbono. Pero como estas fases de transición duran tan poco, sólo se conoce unas pocas estrellas en estos estados de evolución rápida. Un ejemplo es la estrella variable FG Sagittae, que a lo largo del siglo XX ha experimentado cambios espectaculares de brillo y temperatura.

11. Explica el proceso del enriquecimiento químico del Universo. ¿Pueden los materiales sintetizados durante la vida normal de una estrella salir al espacio? ¿En que fases de la evolución estelar se produce la aportación de elementos químicos pesados?

- El Universo se va enriqueciendo paulatinamente de elementos químicos más pesados que el hidrógeno y el helio, que son generados durante la explosión de las supernovas. Los elementos químicos que la estrella sintetiza en su núcleo durante su vida normal se quedan en la propia estrella si esta se convierte en una enana blanca, o se destruyen durante la nucleosíntesis explosiva que tiene lugar en el estallido de la supernova. Pero en esa explosión de supernova se genera a su vez gran cantidad de elementos pesados, que esta vez sí que son lanzados al espacio y enriquecen el medio interestelar, y en particular las nubes de gas próximas al lugar de la explosión.

12. Explica la relación entre las estrellas y la vida. ¿Pudo surgir la vida en el Universo primitivo, inmediatamente después del Big Bang? ¿Existirá siempre vida en el Universo?

- La vida tal y como la conocemos está basada en la química de los compuestos del carbono (ver Capítulo 4). Precisa además de agua, que contiene en su molécula un átomo de oxígeno. Se asienta en un planeta rocoso, la Tierra, formado principalmente por silicatos, con un núcleo de hierro y níquel. Todos estos elementos –carbono, oxígeno, silicio, hierro, níquel– y otros muchos que aparecen en la química orgánica, no existían en el Universo primitivo. Tras la gran explosión el Universo

sólo contenía hidrógeno y helio, y por tanto la vida no era posible en él. Hubo que esperar al enriquecimiento químico a partir del material sintetizado en las explosiones de supernova para que estos elementos estuvieran disponibles, y fuese posible la vida.

La vida no existirá por siempre en el Universo, debido al proceso de la “muerte térmica” que hemos descrito en la respuesta a las cuestiones del capítulo anterior.

13. Calcula la densidad de una estrella enana blanca, sabiendo que su tamaño es el de la Tierra, y su masa la del Sol. ¿Cuánto pesaría un cm³ de su materia? (Radio de la Tierra: 6.378 Km.; masa del Sol: 1,989 x 10³⁰ Kg.)

$$\bullet \text{ Volumen} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = 1,087 \cdot 10^{12} \text{ km}^3 = 1,087 \cdot 10^{15} \text{ m}^3$$

$$\bullet \text{ Densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} = 1,830 \cdot 10^{15} \text{ kg/m}^3 = 1,830 \cdot 10^9 \text{ Kg/cm}^3 \text{ (casi dos millones de toneladas por centímetro cúbico)}$$

14. Calcula la densidad de una estrella de neutrones, sabiendo que su diámetro es de 10 Km., y su masa una vez y media la masa del Sol. ¿Cuánto pesaría un cm³ de su materia?

$$\bullet \text{ Volumen} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = 524 \text{ km}^3 = 524 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$\bullet \text{ Densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} = 5,694 \cdot 10^{24} \text{ kg/m}^3 = 5,694 \cdot 10^{18} \text{ kg/cm}^3 \text{ (cinco mil billones de toneladas por centímetro cúbico)}$$

15. Respuestas:

- a) Cuanto más cerca está el planeta de la estrella, mayor es el efecto gravitatorio que produce sobre la misma, y también es mayor la probabilidad de ocultarla parcialmente si su órbita es muy próxima. Por tanto, los planetas que están muy cerca de su estrella son mucho más fáciles de detectar que los que se encuentran alejados.
- b) No. El hecho de que la mayoría de los planetas descubiertos estén muy cerca de su estrellas es un sesgo observacional. Por lo que

hemos explicado en el apartado anterior, un sistema como el Sistema Solar es muy difícil de detectar.

- c) Se conocen unos pocos casos, que se han detectado por a las abundancias químicas peculiares de la estrella. La caída puede explicarse por un proceso de trayectoria en espiral que no es detenido a tiempo, antes de que el planeta se precipite sobre la estrella.

16. Respuesta:

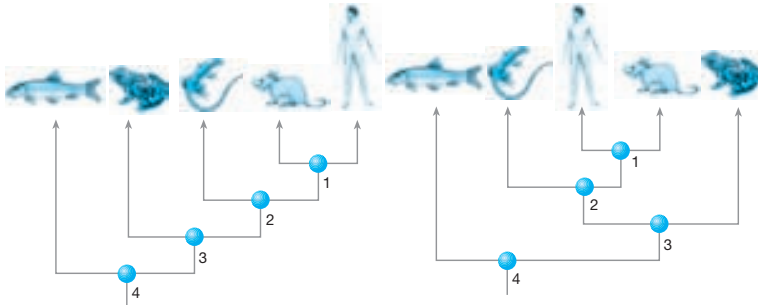
- En la nebulosa de la figura tienen lugar procesos de formación estelar como los descritos en el texto del capítulo. La composición química mayoritaria de la nube es la composición primordial del Universo, hidrógeno y helio. Si se han producido en el pasado estallidos de supernova dentro o cerca de la nube, ésta tendrá además otros elementos más pesados, aunque en cantidades muy inferiores.

3

LA VIDA EN CAMBIO PERMANENTE

Ampliación pág. 65

¿Cómo interpretar un árbol filogenético?



Los árboles filogenéticos son una de las herramientas más útiles e informativas en el estudio de la evolución. Su construcción puede realizarse por procedimientos sencillos o muy complicados, pero su interpretación requiere un examen cuidadoso y cierto entrenamiento. ¿Cómo interpretamos un árbol filogenético?

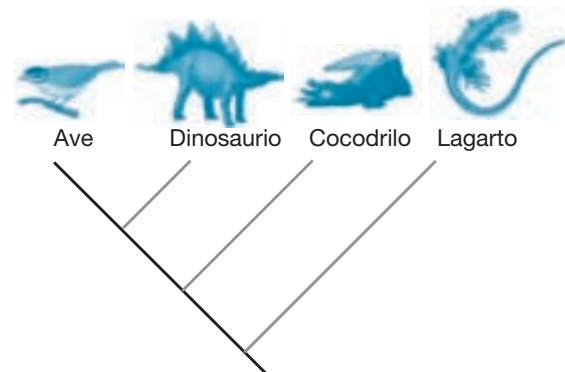
Un árbol filogenético es una hipótesis sobre las relaciones evolutivas entre especies. En el árbol a la izquierda de la figura, humanos y ratones comparten un ancestro común representado por el nodo 1. Este nodo equivale a la especie ancestral de la que descienden tanto primates como roedores, una especie que ya no existe. De igual modo, las lagartijas y las especies anteriores comparten un ancestro común representado por el nodo 2. El ancestro común a todas las especies incluidas en este árbol es el nodo 4 (también llamado raíz del árbol).

Además de las relaciones indicadas por la topología o forma del árbol, éste también puede contener información sobre el número de diferencias evolutivas que separan a las especies, actuales o pasadas, incluidas en el árbol filogenético. En determinados casos es posible utilizar estas diferencias para calcular el tiempo que hace que se produjo determinado suceso evolutivo, por ejemplo, cuánto hace que se diferenciaron humanos y ratones a partir de la especie representada por el nodo 1.

Los dos árboles mostrados en la figura son idénticos, aunque en el de la derecha se ha variado la disposición de los nodos y las ramas terminales respecto al de la izquierda. La especie más próxima a la humana sigue siendo el ratón, porque es con quien comparte un ancestro común más cercano (nodo 1). Según estos árboles ¿qué especie es evolutivamente más cercana a las ranas, los peces o los ratones?

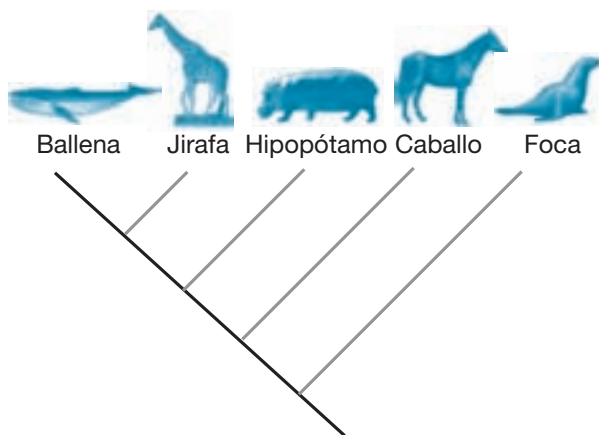
La interpretación de las relaciones filogenéticas representadas en un árbol se ha de basar en la inspección de la posición relativa de los antepasados comunes (nodos). Dos especies, A y B, están más próximas entre ellas que a una tercera C si A y B comparten un antepasado común más reciente. Uno de los errores más frecuentes consiste en comparar las posiciones relativas de las puntas de las ramas. Por ejemplo, si se dice que, según el árbol de la izquierda, los anfibios están más emparentados con los peces que con los mamíferos, se están comparando las posiciones de las puntas de las ramas. Cuando se giran las ramas alrededor de los nodos, la topología del árbol (es decir, las relaciones entre las especies consideradas) no cambia. Esta es la mejor manera de mostrar que la lectura anterior es errónea: los anfibios comparten un antepasado común con los mamíferos (nodo 3) más reciente que el antepasado común de anfibios y peces (nodo 4). Por ello, ambos árboles indican que los anfibios están filogenéticamente más próximos a los mamíferos que a los peces.

Actividades pág. 66



De acuerdo con el árbol 1 ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

- (a) Un cocodrilo está más relacionado con un lagarto que un ave
- (b) Un cocodrilo está más relacionado con un ave que con un lagarto
- (c) Un cocodrilo está igualmente relacionado con un lagarto que con un ave
- (d) Un cocodrilo está relacionado con un lagarto pero no con un ave
- La respuesta correcta es la **b**. El cocodrilo comparte un antepasado común más reciente con el ave que con el lagarto.



De acuerdo con el árbol 2 ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

- (a) Una foca está más relacionada con un caballo que con una ballena
- (b) Una foca está más relacionada con una ballena que con un caballo
- (c) Una foca está igualmente relacionada con un caballo que con una ballena
- (d) Una foca está relacionada con una ballena pero no con un caballo
- La respuesta correcta es la **c**. La foca y el caballo tienen el mismo antepasado común que la foca y la ballena.

Actividades pág. 76

1. Las grandes expediciones científicas de los últimos 300 años han sido trascendentes para el conocimiento de la diversidad de los seres vivos. Ubica en un mapa los países que exploraron, y

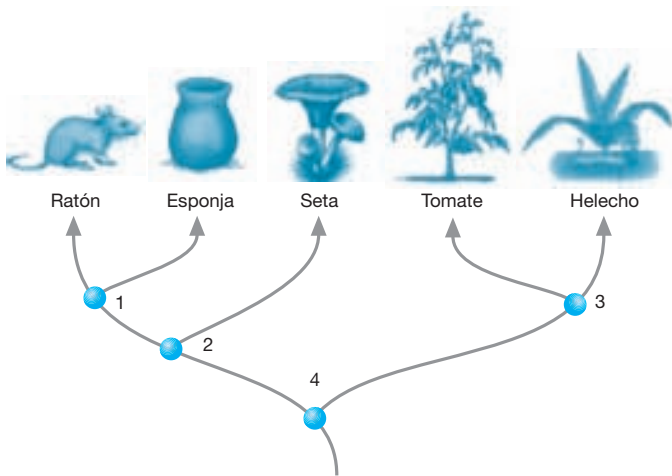
en qué épocas, Carl von Linné, Alexander von Humboldt y Charles Darwin.

- Linné (1707-1778) viajó en 1732 a Laponia, en aquel momento inexplorada. A partir de sus estudios publicó diversos libros sobre la flora lapona. En la década de 1740 realizó numerosas excursiones científicas en Suecia.
- Von Humboldt (1769-1859) viajó desde 1799 (saliendo de La Coruña) por el continente americano (Venezuela, Cuba, Colombia, Perú y México, principalmente) hasta 1804. En 1829 realizó una exploración de Rusia, del río Neva al Yenisei (Siberia).
- La expedición de Darwin (1809-1882) en el Beagle, de 1831 a 1836, exploró Sudamérica (Brasil, Uruguay, Argentina, Chile, Perú y Ecuador) y las Islas Galápagos, en el Pacífico. Completó la vuelta al mundo con diversas escalas en Tahití, Australia y Sudáfrica.

2. La domesticación de plantas y animales ha satisfecho necesidades de alimento, abrigo, transporte y disfrute de compañía. Cita ejemplos de cada uno de estos casos y averigua a partir de qué formas silvestres se obtuvieron.

- Maíz (*Zea mays*) - Teosinte (subespecies silvestres de *Z. mays*) - Mesoamérica.
- Patata (*Solanum tuberosum*) - Variedad silvestre de solanácea (*S. brevicaule*) - Perú.
- Trigo candeal (*Triticum aestivum*) - Híbrido del trigo *T. turgidum* y de una hierba silvestre (*Aegilops squarrosa*) - Oriente Medio.
- Oveja (*Ovis aries*) - Muflón (*Ovis orientalis*) - Balcanes, Cáucaso, Oriente Medio.
- Vaca (*Bos taurus*) - Uro (*Bos primigenius*, extinguido) - Orígenes independientes en India y Eurasia.
- Perro (*Canis lupus familiaris*) - Lobo (*Canis lupus*) - Extremo Oriente.

3. Para ejercitar el pensamiento filogenético. En relación con el árbol siguiente, ¿cuál de los cinco puntos señalados corresponde al antepasado común más reciente de la seta y la esponja? Indica si la siguiente frase es verdadera o falsa: Las setas están filogenéticamente más próximas de los ratones que de los tomates.



- El antepasado común más reciente de la seta y la esponja es el nodo 2. La frase es correcta: las setas comparten un antepasado común más reciente con los ratones (nodo 2) que con la tomatera (nodo 4).
4. *Una de las razones del alargamiento de la esperanza de vida durante el último siglo fue la introducción de fármacos contra enfermedades infecciosas, especialmente las producidas por bacterias. Los antibióticos se popularizaron a partir de la Segunda Guerra Mundial y hoy su uso es cotidiano en muchos países. Sin embargo, al poco de empezar a utilizarse se detectaron cepas de bacterias que ya no eran sensibles a la penicilina, el primer antibiótico usado en medicina. Poco a poco estas resistencias se han ido extendiendo tanto a más especies de bacterias como a más antibióticos. La razón de su proliferación tiene que ver con la selección natural. ¿Cómo se podría combatir la extensión de las resistencias bacterianas a los antibióticos? ¿Por qué no es aconsejable tratar las infecciones producidas por virus con antibióticos?*
- Las resistencias a los antibióticos pueden transmitirse de unas bacterias a otras sin que necesariamente haya relaciones de descendencia entre ellas. Por eso, cuando un tratamiento con antibiótico no es el adecuado para la bacteria que produce la infección, o cuando el tratamiento se interrumpe antes del plazo prescrito, las probabilidades de que aparezcan cepas resistentes a ese antibiótico aumentan. Para reducir este problema se

debería realizar un análisis que demostrase la efectividad del tratamiento antes de su inicio y, luego, cumplir éste hasta el final. También debería evitarse la automedicación con antibióticos.

Los antibióticos no tienen ningún efecto sobre los virus, sólo sobre las bacterias sensibles a ellos. Por tanto, al tratar una infección vírica con antibióticos no atajamos el origen de la infección y damos nuevas posibilidades al desarrollo de resistencias a los mismos.

5. *Una característica anatómica humana nos diferencia del resto de mamíferos: el bipedismo. Discutid los aspectos positivos y negativos que se derivan de este cambio anatómico.*

- Desplazarnos caminando de forma erguida sobre nuestras extremidades inferiores nos proporcionó varias ventajas. En primer lugar, pudimos otear el paisaje, en busca de presas o para prevenir ataques de predadores, desde una posición más elevada, por lo que ganamos en campo de visión. Al liberar las extremidades anteriores, los brazos y las manos quedaron disponibles para utilizar herramientas, lo que con seguridad contribuyó al desarrollo del cerebro y la capacidad intelectual.

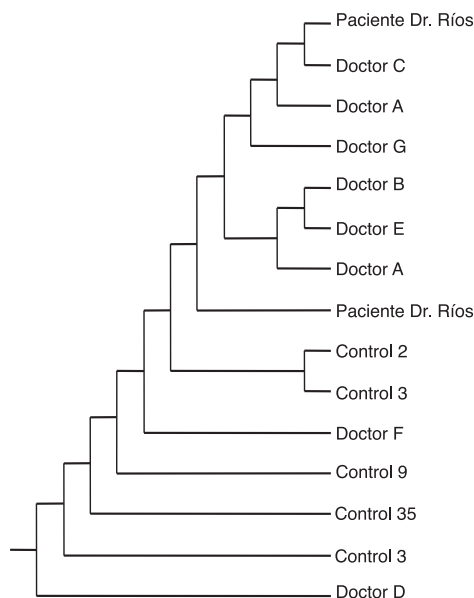
Entre los aspectos negativos podemos mencionar el desajuste entre nuestra postura erguida y la anatomía del esqueleto, lo que produce numerosos trastornos y dolencias relacionados con la columna vertebral. También se puede citar el estrechamiento del canal pélvico, necesario para poder caminar y que dificulta el paso de los bebés en el momento del parto, una causa de numerosos fallecimientos.

6. *Conviértete en un detective del CSI con la evolución. El doctor Ríos siempre ha querido ser director del hospital en que trabaja, pero hay muchos candidatos para el puesto que tienen más méritos y veteranía que él, por lo que sus posibilidades de lograr el puesto, incluso a largo plazo, son escasas. Por ello, elabora un plan para eliminar poco a poco a sus rivales, sin dejar huellas, y que consiste*

en infectarles con el virus del SIDA que obtiene de muestras de sangre de uno de sus pacientes.

Al cabo de 5 años se detecta en el hospital un aumento en el número de médicos diagnosticados con infección por el VIH. La coincidencia en el tiempo del diagnóstico levanta la sospecha de la dirección, que pone el asunto en manos de la policía científica. Tras realizar los correspondientes análisis, los policías obtienen el árbol filogenético que se muestra en la figura (4). En él se han representado una secuencia representativa de los virus encontrados en cada individuo afectado, así como los virus de otras personas no vinculadas al hospital (controles) y los del paciente del doctor Ríos. Para este caso se muestran los dos virus más diferentes encontrados en el mismo.

¿Ha encontrado la policía indicios de una infección común? ¿Están todos los médicos infectados con el virus del paciente del Dr. Ríos? ¿Cómo averiguamos qué médicos fueron infectados por el Dr. Ríos y cuáles no? ¿Puede achacarse sólo al Dr. Ríos el aumento de infecciones por VIH entre los médicos del hospital?



- Sí, hay varios médicos portadores de un virus que comparte un ancestro común con virus del paciente del Dr. Ríos, más próximo entre ellos (doctor A, doctor B, doctor C, doctor E y doctor G) que con los controles generales de la población (control 2 y control 3).
- No, los doctores D y F no están infectados con el virus del paciente del Dr. Ríos.

- Estudiando en el árbol filogenético donde se sitúa el ancestro común más próximo del virus de cada médico y el del paciente del Dr. Ríos.
- No, puesto que hay al menos dos doctores del hospital (D y F) que no han sido infectados por el virus paciente del Dr. Ríos.

Lo que dicen los medios, pág. 77

ENTREVISTA CON PETER BOWLER

- Destaca tres ideas del artículo de Peter Bowler. ¿Por qué las has elegido?
- ¿Qué puntos de vista son estrictamente científicos y cuáles no?
- ¿Qué significa, en opinión del autor, que la evolución sea ciega?

Los puntos de vista científicos se deben basar en datos y observaciones contrastables, no en creencias u opiniones personales. Dichos puntos de vista han de ser compatibles con las teorías científicas en vigor. Cuando Peter Bowler se refiere a que la evolución es ciega utiliza una metáfora para indicar que la evolución biológica no tiene objetivos predefinidos. Dicho de otro modo, si se rebobinase la historia de la vida con toda probabilidad los resultados serían muy diferentes y, quizás, ni siquiera existiría una especie inteligente como la humana 4.500 millones después de formarse el planeta.

Documento para el debate, págs. 78-79

MEDICINA Y EVOLUCIÓN POR R. M. NESSE Y G. C. WILLIAMS

Debate.

Un mecanismo de autodefensa de nuestro cuerpo es el dolor, pues así evitamos situaciones de peligro. En este sentido, sentir dolor es bueno, pues aumenta nuestras probabilidades de supervivencia y reproducción. ¿Significa eso que debemos aceptar todo dolor por ser resultado de la evolución? En 2006, se identificó una mutación en un gen que causaba insensibilidad al dolor. En el descubrimiento tuvo un papel importante un chaval que actuaba en la calle, atravesándose la carne con cuchillos o caminando sobre brasas ardiendo sin experimentar dolor, muy conocido entre los médicos de urgencias. El chico murió a los 14 años.

¿Podríamos eliminar el dolor completamente? ¿Sería eso positivo?

No necesariamente todo lo que produce la evolución es bueno para el individuo. Sentir dolor es un mecanismo de defensa que nos protege de un daño mayor, que en muchas ocasiones nos provocaría la muerte si no reaccionásemos rápidamente. La señal que nos permite reaccionar de esta manera es el dolor. Pero una vez identificada la amenaza, no tiene sentido que sigamos percibiéndola con sufrimiento. Podemos aliviar el dolor a la vez que adoptamos las medidas adecuadas para contrarrestar la causa del dolor. Por ejemplo, si nos rompemos un hueso de la mano, sentiremos dolor cada vez que la empleemos o algo nos roce. Una vez la mano ha sido inmovilizada y protegida, la administración de calmantes no tiene efectos negativos sobre el proceso de curación que debemos seguir.

El dolor no puede eliminarse completamente. La falta de señales de peligro o amenaza es mucho más perjudicial para el individuo que el sufrimiento que acompaña al dolor, la forma con que nos llegan esas señales. Si no sintiéramos dolor, lo más probable es que falleciéramos a edades tempranas, como el chico del ejemplo. En ese caso, la mutación responsable no se extendería por la población, pues los que padecen esa condición mueren antes de dejar descendencia. En todo caso, hay que tener en cuenta que uno de los objetivos de la medicina es evitar los sufrimientos.

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES POR C. R. DARWIN

Debate.

Se propone debatir sobre una serie de afirmaciones que se han vertido en el contexto de las discusiones, generalmente en contra, de la teoría de la evolución.

(1) El hombre desciende del mono. (2) La selección natural favorece a los individuos más fuertes. (3) Una estructura tan compleja como el ojo no puede aparecer por azar. Debe haber algún diseñador. (4) La evolución es simplemente una teoría.

(1) Esta expresión es muy popular para designar las ideas de Darwin, pero ni él la pronunció nunca, ni tiene ningún sentido en el marco de la teoría evolutiva. Los monos actuales y los humanos tenemos antepasados comunes que vivieron en África y que hoy se han extinguido.

(2) La supervivencia del más fuerte es también uno

de los estereotipos clásicos derivados de una lectura incorrecta de Darwin. Sobreviven aquéllos que están mejor adaptados a unas determinadas condiciones ambientales. Las cualidades que favorecen la mejor adaptación pueden ser muy diversas y no estar necesariamente relacionadas con la fuerza. Por otra parte, el mecanismo de selección natural implica también otro proceso, el de reproducción, por lo que podemos decir que la supervivencia es necesaria pero no suficiente para que la selección natural produzca sus efectos, adaptación y diversificación, en las poblaciones.

(3) La selección natural es, precisamente, el único mecanismo conocido que puede explicar la aparición de estructuras muy complejas (tanto anatómicas, como son los ojos de los animales, como moleculares y celulares) a través de estadios de complejidad intermedia que hayan sido útiles a sus poseedores. Como dijo una vez Richard Dawkins, para detectar una fuente luminosa y orientarse, más vale medio ojo que ningún ojo. La dificultad que a veces encontramos para explicar estos procesos es que, con frecuencia, las funciones ancestrales de los órganos más simples no tienen por qué ser las mismas que desempeñan los órganos complejos actuales.

(4) En este último caso se utiliza incorrectamente la palabra teoría, sacándola del contexto científico. Uno no puede tener una teoría de la evolución de la misma manera que puede tener una teoría sobre quién planificó el atentado de las Torres Gemelas. Las teorías científicas se basan en observaciones de la naturaleza y sus generalizaciones y predicciones son de carácter universal. Es decir, no dependen de las opiniones, ni de la cultura o las creencias de las personas. La teoría de la gravitación universal o la teoría evolutiva son igualmente válidas aquí y en cualquier otra parte.

Documento adicional para el debate

CARTA ABIERTA DE RICHARD DAWKINS Y STEPHEN J. GOULD SOBRE EL CREACIONISMO

Como toda ciencia que avanza, el estudio de la evolución posee sus controversias internas. Pero ningún científico calificado duda de que la evolución es un

hecho, en el sentido normalmente aceptado en el cual es un hecho que la Tierra gira alrededor del Sol. Es un hecho que los seres humanos estamos emparentados con los monos, los canguros, las medusas y las bacterias. Ningún biólogo respetable lo duda. Ni lo duda ningún teólogo respetable, desde el Papa hacia abajo. Desafortunadamente, muchos estadounidenses legos lo dudan, incluyendo de manera alarmante, a algunos hombres y mujeres influyentes, poderosos y, sobre todo, bien financiados.

Somos constantemente invitados a participar en debates públicos con creacionistas, incluyendo creacionistas de la última hornada, disfrazados tras el eufemismo de «teóricos del diseño inteligente». Siempre rechazamos esas invitaciones por una razón de orden superior. Si se nos permitiese explicar esta razón públicamente, esperamos que nuestra carta pueda resultar de ayuda a otros científicos evolucionistas acosados por invitaciones similares.

La cuestión de quién «ganaría» ese debate, no está en discusión. Ganar no es –de manera realista– a lo que estas personas aspiran. El golpe que buscan dar es, sencillamente y en primer lugar, el del reconocimiento que les proporciona el hecho de que se les permita compartir un escenario con un auténtico científico. Esto sugeriría al espectador inocente que ahí debe haber alguna idea que vale la pena debatir genuinamente, en algo así como igualdad de condiciones.

En el momento de escribir esta carta, el principal sitio web del «diseño inteligente» informa sobre un debate en Harvard con el título «Wells marcó un gol en Harvard». Jonathan Wells es un creacionista devoto, desde hace mucho tiempo, de la Iglesia de la Unificación (los *moonies*). El mes pasado, Wells sostuvo un debate con Stephen Palumbi, profesor de biología en la Universidad de Harvard. Un gol parecía sugerir que el reverendo (sic) Wells logró algún tipo de victoria sobre el profesor Palumbi. O, al menos, que presentó poderosos argumentos y que su exposición fue bien recibida. No se afirma nada de eso. Ni siquiera parece ser de su interés.

El gol resulta ser, sencillamente, la manifestación pública en Harvard de que, en palabras de Phillip Johnson, autor del sitio web, «esta es la clase de debate que está teniendo lugar en las universidades en la actualidad». Hubo una victoria, pero tuvo lugar

mucho antes del debate propiamente dicho. Los creacionistas marcaron su gol en el momento en que la invitación de Harvard llegó a la puerta de su sede. No provenía, dicho sea de paso, de ningún departamento de Biología o de otras Ciencias, sino del Instituto de Política.

El propio Phillip Johnson, padre fundador del movimiento del diseño inteligente (que no es biólogo ni científico, sino un abogado que se transformó en cristiano renacido) escribió el 6 de abril de 2001, en una carta de la cual envió una copia a uno de nosotros:

No vale la pena que invierta mi tiempo en debatir con cada darvinista ambicioso que desea tener su oportunidad de poner en ridículo a la oposición, por lo tanto, mi política general es que los darvinistas deben poner en riesgo una figura significativa antes de que yo acepte participar en un debate. Esto significa, específicamente, Dawkins o Gould, o alguien de parecido nivel y visibilidad pública.

Bien, también nosotros podemos condescender y tenemos la ventaja de que los científicos evolutivos no necesitamos la publicidad de esos debates. En el improbable caso de que un argumento significativo surgiese alguna vez de las filas del creacionismo/«diseño inteligente», estaríamos contentos en debatirlo. Mientras tanto, cultivaremos nuestros jardines evolutivos, dedicándonos ocasionalmente a la más exigente y valiosa tarea de debatir entre nosotros. Lo que no haremos es apoyar a los creacionistas en su deshonesto búsqueda de publicidad gratuita e inmerecido respeto académico.

Con toda humildad, ofrecemos estas reflexiones a nuestros colegas que reciben similares invitaciones al debate.

Este texto estaba previsto que se publicase en *The New York Review of Books*, pero el fallecimiento de Gould en mayo de 2002 lo impidió. Dawkins ofrece este borrador en su libro *El capellán del diablo. Reflexiones sobre la esperanza, la mentira, la ciencia y el amor* (Barcelona, Gedisa, 2005), p. 299-301.

4 DE LA QUÍMICA A LA BIOLOGÍA

Actividades pág. 96

1. Utiliza una cinta para hacer una escala temporal (por ejemplo, donde 10 cm equivalgan a 50 millones de años). Ubica en ella los siguientes hitos de la evolución del planeta y de la vida: origen del planeta, origen de la Luna, origen de la vida, origen de la célula eucariótica, origen de los animales, origen de los humanos.

- Se indica la longitud en cm desde el origen del planeta (principio de la cinta).
- Origen del planeta: 0 cm (hace 4.500 millones de años, Ma).
- Origen de la Luna: 10 cm (Unos 50 Ma después).
- Origen de la vida: 140 cm (aprox. hace 3.800 Ma).
- Origen de la célula eucariótica: 520 cm (aprox. 1.900 Ma).
- Origen de los animales: 792 cm (540 Ma).
- Origen de los humanos: 899,96 cm (200.000 años).
- A 900 cm del origen está el presente.

2. Si la historia de la Tierra equivaliese a un periodo de 24 horas y la formación del planeta hace 4.500 millones de años fuese las 0 horas, ¿a qué hora del día aparecerían la vida, el oxígeno atmosférico, los primeros eucariotas, los animales y el Homo sapiens?

- Origen de la vida: 3:44 de la madrugada (3.800 Ma)
- Oxígeno atmosférico: 12:50 (2.100 Ma)
- Primeros eucariotas: 13:55 (1.900 Ma)
- Animales: 21:10 (540 Ma)
- Homo sapiens: 23:59:56 (200.000 años)

3. La vida se podría haber originado antes de lo que suponen hoy los científicos (es decir, antes de 3.800 millones de años antes del presente), pues los mares y la atmósfera existieron al menos desde hace 4.400 millones de años. Sin

embargo, no se cree que ninguna forma viva emergida en aquella época haya dejado descendencia en la biosfera actual. ¿Por qué?

- El estudio del tamaño, distribución y edad de los cráteres lunares ha establecido la existencia de un corto periodo de bombardeo intenso de cometas, meteoritos, etc., hace unos 4.000 millones de años. El llamado gran bombardeo tardío hizo que la energía de los impactos fuese suficiente para evaporar toda la hidrosfera. Cualquier origen de la vida anterior habría sido aniquilado por completo y, por tanto, no existiría ningún descendiente de ella.
4. Comenta la siguiente frase de Juan Luis Arsua-ga e Ignacio Martínez (La especie elegida, p. 336): «No deja de ser paradójico que tantos siglos de ciencia nos hayan llevado a saber algo que cualquier bosquimano del Kalahari, cualquier aborigen australiano, o cualquiera de nuestros antepasados que pintaron los bisontes de Altamira conocía de sobra: que la Tierra no pertenece al hombre, sino que el hombre pertenece a la Tierra.»
- El contacto próximo y cotidiano del hombre con la naturaleza le hizo apreciar su gran dependencia de la misma. Al igual que las restantes especies que habitan la Tierra, el hombre se consideraba tanto parte como producto de esa naturaleza, que frecuentemente le dejaba constancia de estar absolutamente fuera de su control y dominio.
5. Busca información sobre las técnicas usadas en el análisis del DNA antiguo. ¿Cómo puede ayudar esta investigación a aclarar nuestra relación filogenética con los neandertales?
- Las muestras de DNA antiguo se caracterizan por la baja calidad y alta degradación del mismo. Por ello, su estudio se ha centrado en la obtención de muestras lo mejor preservadas (p. e., en hielo o en otros medios anaerobios que impidan la proliferación de bacterias

y microorganismos que degradan el DNA) y en su amplificación mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), capaz de aumentar el número de copias de un fragmento de DNA presente en concentraciones muy bajas. Posteriormente se aplican distintos procedimientos para comprobar la ausencia de contaminación tanto con DNA de otros organismos antiguos como de actuales.

Al analizar la información genética de los neandertales podemos compararla con la de los humanos actuales para determinar cuándo compartimos el último ancestro o si durante el periodo en que ambas especies coexistieron en Eurasia hubo hibridación entre ellas. En ese caso podríamos averiguar qué genes de la especie humana actual procederían de nuestros ancestros neandertales.

6. *En ciencias históricas, primitivo y antiguo no son sinónimos. Por ejemplo, el latín es una lengua antigua extinguida pero no tiene nada de primitiva. Del mismo modo, hay microorganismos adaptados a vivir a más de 100 °C que quizás deriven de linajes muy antiguos pero cuya resistencia a la temperatura no es un carácter primitivo. Busca el significado de primitivo y antiguo en diccionarios de diferentes lenguas y discute la diferencia.*

- Antiguo: Que existe desde hace mucho tiempo.
- Primitivo: Perteneciente o relativo a los orígenes o primeros tiempos de algo. Rudimentario, elemental, tosco. (Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua)
- En biología evolutiva es importante distinguir entre antiguo y primitivo. Una característica puede ser primitiva cuando corresponde a una forma poco evolucionada desde su origen y puede ser antigua (si su origen data de hace mucho tiempo) o, incluso, moderna. Los microorganismos hipertermófilos pueden ser antiguos (pues pudieron aparecer en épocas geológicas remotas) pero no tienen nada de primitivos, ya que su termorresistencia requiere adaptaciones moleculares y celulares sofisticadas. Debieron estar precedidos de organismos más toscos y rudimentarios.

7. *Existen cuatro posiciones filosóficas ante el problema histórico del origen de la vida:*

1. *La emergencia de la vida fue un acontecimiento impulsado por una voluntad exterior.*
2. *La vida se originó siguiendo leyes naturales todavía por descubrir.*
3. *El origen de la vida se debió a la coincidencia fortuita de varios hechos muy improbables.*
4. *La vida es la consecuencia de la acción de las leyes de la física y la química sobre unos ingredientes adecuados en un entorno favorable.*

Discute el carácter científico o no de cada una de estas posiciones, en particular, hasta qué punto tiene sentido o no investigar científicamente el origen de la vida desde cada una de esas posiciones intelectuales. ¿Con cuál o cuáles de esos puntos de vista es compatible el principal argumento de la astrobiología, es decir, sostener que hay vida en otros lugares del universo?

1. No es una proposición verificable experimentalmente (ni de forma directa ni indirecta) y no permite hacer otra serie de predicciones que sí lo sean frente a teorías alternativas. Todo puede explicarse por una voluntad superior, luego una voluntad superior no explica nada. En consecuencia, no es una posición científica.
2. Esta posición es científica pues, aún admitiendo ignorancia sobre los procesos que llevaron al origen de la vida, postula la existencia de leyes naturales que, por tanto, pueden llegar a conocerse mediante el estudio de los procesos correspondientes, que explicarán en su momento el origen.
3. No es una posición científica salvo que se puedan detallar cuáles son esos hechos improbables. Pero si esos hechos se derivan de leyes naturales, la cuestión de su mayor o menor probabilidad pasa a ser de menor importancia, pues el hecho evidente es que la vida ha tenido un origen. Con esa posición adoptaríamos un punto de vista científico. Si, por el contrario, no se pasa de esa afirmación para indagar en la naturaleza de esos procesos y nos quedamos con la afirmación de su

infinitésima probabilidad bajo condiciones naturales, entonces la posición no será científica y, en último término, equivale a la primera posición.

4. Es una posición científica que postula la necesidad de indagar sobre los ingredientes y circunstancias adecuadas que permitieron la aparición de la vida.

La astrobiología es más compatible con la posición 4.

8. *La tabla periódica de los elementos es universal en el sentido de que es la misma en cualquier parte del universo. Pero, ¿qué significa que el código genético es universal? De existir formas de vida en otros planetas, ¿esperarías que se basaran en la química del C? ¿Y que usaran el mismo código genético? Si en la Tierra se descubrieran microorganismos con un código genético completamente diferente, ¿cómo se podría interpretar esta observación tan extraordinaria?*

- En Biología, universal se refiere al conjunto de todos los seres vivos terrestres, desde las bacterias hasta las ballenas. Todos los seres vivos utilizan el mismo código genético (es decir, las mismas reglas para traducir el mensaje genético en sus células).
- Dado que la química que más abunda en el universo es la química del C (como atestiguan la composición de meteoritos, cometas, polvo interestelar, etc.) y que el C es el elemento más versátil a la hora de producir combinaciones complejas, sería muy sorprendente que una vida extraterrestre se basara en una química completamente diferente.
- Aunque no sabemos cómo se originó y evolucionó el código genético, es del todo improbable que una vida originada independientemente de la terrestre, llegase exactamente a la misma solución. A diferencia de la universalidad de la tabla periódica de los elementos, que es la misma aquí que en cualquier otra galaxia, el código genético terrestre tiene una historia particular, en buena parte, irrepetible. Por otro lado, si se identificase un tipo de vida extraterrestre que usara exactamente el mismo código genético, la explicación más sencilla sería

que comparte un antepasado común con la terrestre. No es imposible, por ejemplo, que hubiese habido una contaminación biológica cruzada entre planetas próximos, como la Tierra y Marte.

- Una posible explicación es que dichos microorganismos serían descendientes de un linaje que se habría separado de la vida conocida antes del origen del código genético. Podrían compartir un origen común remoto o no. También podrían descender de unos microorganismos procedentes de otro planeta y, por tanto, de un origen de la vida independiente.
9. *El uso de biomarcadores para jalonar la evolución de la vida en el registro geológico está limitado por nuestro conocimiento metabólico. Una de las moléculas que se asociaba al metabolismo aeróbico, y que permitía a los geoquímicos datar la existencia de organismos que la sintetizaban en presencia de una atmósfera con oxígeno, se acaba de descubrir que la pueden sintetizar ciertas bacterias anaeróbicas, usando una ruta metabólica diferente que no usa oxígeno. Busca otros ejemplos en el contexto de este tema que muestren la provisionalidad de las afirmaciones científicas.*
- La narración del origen y evolución de la vida va variando en sus detalles en función de los avances en el conocimiento en áreas tan diversas como la astronomía, la química, la geología o la biología. El ejemplo que se cita obliga a cambiar lo que se creía hasta ese momento en cuanto al origen de determinados microorganismos que usan oxígeno para su metabolismo. Imaginemos otro caso: el hallazgo de los microfósiles de mayor antigüedad sitúa un límite inferior para el origen de la vida (es decir, la vida se tendría que haber originado antes). Sin embargo, esta conclusión se ha de reformular si se demuestra que las estructuras descritas pueden ser de origen mineral (un avance en el conocimiento geológico). El caso reciente más conocido de polémica sobre el origen biológico de unas microestructuras se dio en 1996 cuando la NASA anunció que en un meteorito de origen marciano había restos fósiles de vida. Sin embargo, todos los datos químicos,

mineralógicos y morfológicos tienen su explicación no biológica, cosa que pone en entredicho la conclusión inicial.

Lo que dicen los medios, pág. 97

ROLE PLAYING

Realizar una posible comunicación entre neandertales y sapiens mediante dos grupos de clase. Los alumnos pueden investigar previamente las costumbres y modos de vida de ambas especies.

Los datos actuales de la arqueología o la genética no permiten concluir que los neandertales y los humanos de aspecto anatómico moderno llegasen a interaccionar o, incluso, a hibridarse. Sin embargo, es de suponer que de haberse encontrado (pues es seguro que coexistieron en amplias zonas geográficas de Europa y Oriente Próximo y Medio) podrían haberse comunicado utilizando los rudimentos del lenguaje que pudiesen poseer. Las expresiones relacionadas con la supervivencia, la presencia de caza o de peligros, podrían ser las más habituales.

Texto adicional propuesto para el debate

CANIBALISMO HACE UN MILLÓN DE AÑOS POR CARLES LALUEZA

Parte del éxito adaptativo de las primeras especies humanas fue quizás su capacidad para cazar presas cada vez mayores, conseguir un alimento de mayor calidad y suficiente energía para un cerebro cada vez mayor. La colaboración entre individuos, la fabricación de herramientas líticas y el dominio del fuego fueron, sin duda, factores que favorecieron la salida de África y la expansión por Eurasia.

Los restos de europeos más antiguos se han encontrado en la Gran Dolina de Atapuerca y tienen cerca de 800.000 años. Se trata de *Homo antecessor*, posiblemente un antepasado tanto de los humanos modernos como de los neandertales. Cuando el equipo de Atapuerca estudió con detalle los restos humanos se dio cuenta de que presentaban abundantes señales de corte. Además, la representación de los elementos esqueléticos no es homogénea: hay vértebras, falanges, rótulas y costillas, pero los cráneos y los huesos largos están ausentes o están muy fragmentados, como si se hubieran roto a golpes. La explicación es sencilla: el cerebro y la médula de los huesos son teji-

dos muy nutritivos cuya obtención (a partir de humanos o animales grandes) podía significar la supervivencia de un grupo. Los huesos fragmentados de un mismo yacimiento lo son tanto de animales como de humanos. Como no hay evidencias de fuego tan antiguas, hace casi un millón de años el festín caníbal debía de ser de carne cruda.

Los restos humanos muestran señales de haber sido extensivamente maltratados, y así, llegamos a la conclusión un tanto chocante de que los restos de los primeros europeos de los que disponemos fueron comidos por sus congéneres. Hay numerosas señales de canibalismo en la Gran Dolina: cráneos descarnados y machacados y falanges de manos y pies y vértebras con cortes que indican la sección de los músculos.

Hay indicios de canibalismo en yacimientos más recientes de otras especies de *Homo*. Parece que el estigma del canibalismo se hallaría firmemente anclado en nuestras raíces evolutivas y en nuestro propio continente. La vida de estos antepasados era terriblemente dura, como lo demuestra la ausencia de individuos que se puedan considerar mayores de 30 años y las numerosas fracturas y heridas que presentan. Al peligro de los depredadores y los rigores del clima, debían de añadirse crisis alimentarias periódicas, asociadas a las fluctuaciones de presas cazadas. Quizás comerse a un congénere era un acto normal en tiempos de hambre, y quizás si nosotros hemos llegado hasta aquí, es porque en el pasado alguien consiguió sobrevivir de esta manera.

Texto adaptado del libro *Cuando éramos caníbales* de Carles Lalueza Fox (La Voz de Galicia, A Coruña, 2006).

Documento para el debate, págs. 98-99

EL ORIGEN DE LA VIDA por A. I. OPARIN

1. Se ha señalado que uno de los méritos fundamentales de Oparin fue borrar toda frontera entre la materia inerte y la viva, es decir, superar el vitalismo. Discute los conceptos de materialismo y vitalismo.
 - Materialismo y vitalismo son dos visiones contrapuestas del funcionamiento de los seres vivos. Para el materialismo todas las funciones biológicas tienen explicaciones materiales, en último término fisicoquímicas, para el vitalismo existen otras causas no naturales,

un principio vital, detrás de la actividad de la vida.

2. *John B. Haldane, un científico contemporáneo de Oparin, propuso de manera independiente unas ideas similares sobre el origen de la vida. Haldane acuñó el término sopa prebiótica para referirse a la acumulación de materia orgánica en los mares primitivos. Sin embargo, y a diferencia de Oparin, para Haldane las primeras formas vivas serían los virus. Discute hasta qué punto los virus se pueden considerar seres vivos o no.*

- Si los virus están vivos o no, depende de la definición de ser vivo que se adopte. No existe un consenso sobre cómo definir la vida. Si nos centramos en el aspecto evolutivo de los seres vivos, no cabe duda de que los virus evolucionan y, por tanto se les debería incluir en la categoría de “lo vivo”. Sin embargo, si se considera además que un ser vivo (en el peor de los casos, una célula muy simple) tiene que mostrar la capacidad para construir todos sus componentes a partir de materia y energía externa (metabolismo), está claro que los virus no lo pueden hacer y entonces quedarían fuera de la definición de ser vivo.

3. *Busca, en noticias aparecidas en los últimos años, los intentos de algunos científicos de fabricar células artificiales en el laboratorio. Discute para qué pueden servir estos esfuerzos de la biología sintética que a Oparin le parecía tan lejana en los años 30 del siglo xx y que hoy es casi una realidad.*

- En el contexto de la investigación del origen de la vida siempre se ha contemplado la síntesis de células de tipo muy sencillo como demostración de que las hipótesis químicas que se barajan son plausibles. Hoy en día también hay una biología sintética que persigue el diseño de células artificiales que tengan usos industriales o biomédicos.

LA OMNIPRESENCIA DE LA VIDA por L. MARGULIS Y M. F. DOLAN

1. *El río Tinto es uno de los ambientes extremos que mejor se ha estudiado. Localiza geográfica-*

mente este río y busca datos históricos sobre las explotaciones mineras en la zona. Ten en cuenta que las condiciones de las aguas del río Tinto no son consecuencia de la actividad humana (las minas dejaron de explotarse hace muchos años) sino de la actividad biológica de los organismos adaptados a este ambiente químicamente exótico. ¿Por qué crees que puede tener interés el estudio de la vida en el río Tinto desde el punto de vista astrobiológico?

- La zona del río Tinto (Huelva) tiene una larga historia de explotación mineral desde los iberos, fenicios, romanos y musulmanes (siglo XV). Alcanzó un máximo de producción en 1930 y la explotación terminó para el cobre en 1986, y para la plata y el oro en 1996. Las condiciones extremas de sus aguas (muy ácidas, con concentraciones elevadas de metales pesados y poco oxígeno) están mantenidas por las comunidades biológicas que habitan allí, adaptadas a esas condiciones. Los investigadores del Centro de Astrobiología de Madrid (asociado a la NASA) han hecho del río Tinto un modelo de la química que podría haber prevalecido al principio de la historia del planeta Marte.
2. *Los microorganismos tienen un papel imprescindible en el funcionamiento de los ciclos biogeoquímicos de los elementos. ¿Qué ocurriría si de repente los microorganismos terrestres desaparecieran? Reflexiona sobre la importancia de los microorganismos para la existencia de vida compleja y el hecho de que la extinción de animales y plantas sería irrelevante para la vida terrestre.*
 - Los ciclos biogeoquímicos de los elementos están mantenidos por microorganismos: los gases de la atmósfera, el carbono en la corteza terrestre, la composición del agua marina, etc., están todos influidos por la presencia de la vida. Si los microorganismos de la Tierra desaparecieran de repente, cesaría el reciclaje de los elementos y los organismos más complejos (como las plantas que necesitan el nitrógeno que fijan las bacterias y los animales que la mayoría necesitan oxígeno de origen fotosintético para respirar) se extinguirían a corto plazo. Sin embargo, si de pronto desaparecie-

sen las plantas y los animales, la inmensa mayoría de los microorganismos podrían seguir existiendo sin ningún problema en el planeta. De hecho, dada la impresionante capacidad de adaptación de los microorganismos, resulta muy difícil imaginar en qué condiciones se podría producir su extinción total (quizás sólo cuando el Sol se convierta en una gigante roja y engulla la Tierra).

3. Busca el significado del término simbiosis. Haz un listado de ejemplos de simbiosis entre anima-

les, plantas y hongos con bacterias, respectivamente.

- Simbiosis significa, literalmente, vivir juntos. Muchos organismos se han adaptado a vivir con otros de especies diferentes de manera que se genera una dependencia mutua. Algunos ejemplos son: bacteria y animal (bacterias en los intestinos de los humanos o de las termitas), bacteria y planta (bacterias fijadoras de nitrógeno en las raíces de las leguminosas), bacteria y hongo (líquenes).

5 LA REVOLUCIÓN GENÉTICA

Actividades pág. 119

1. *Define brevemente los siguientes conceptos: gen, genoma, procariota, transcripción, traducción e ingeniería genética.*

- Gen: cada uno de los segmentos del material hereditario que contiene la información para fabricar una proteína.
- Genoma: es el conjunto de todo el material hereditario de un individuo.
- Procariota: organismo unicelular, como las bacterias, cuya célula carece de núcleo definido.
- Transcripción: proceso celular por el que la información genética contenida en el DNA pasa a un RNA mensajero.
- Traducción: proceso celular por el que la información contenida en el RNA mensajero da lugar a una proteína.
- Ingeniería genética: es el conjunto de técnicas y métodos de laboratorio que se utilizan para construir moléculas de DNA recombinante.

2. *¿En qué se diferencia una célula procariota de una eucariota?*

- Las células eucariotas poseen un núcleo definido por una membrana nuclear en cuyo interior está confinado el material hereditario. Las células procariotas carecen de núcleo definido y también de la mayoría de los orgánulos presentes en las células eucarióticas.

3. *Dibuja una célula procariota y otra eucariota y posiciona en cada una de ellas la localización celular del DNA, las proteínas y los lípidos.*

- En la figura 1.1 del tema se ve la localización del DNA en ambos tipos de células. Las proteínas se encuentran en todas las partes y estructuras de la célula (citoplasma, membrana, núcleo, etc) y los lípidos básicamente formando estructuras membranosas.

4. *¿Cuáles son los sillares estructurales de los ácidos nucleicos y cuáles los de las proteínas?*

- Los sillares estucturales de los ácidos nucleicos son los nucleótidos (de adenina, citosina, guanina y timina en el DNA y de adenina, citosina, guanina y uracilo en el RNA). Los sillares estructurales de las proteínas son los 20 aminoácidos fundamentales.

5. *Describe las tres diferencias entre un alimento o cultivo transgénico y otro convencional.*

- La diferencia fundamental es la técnica utilizada en su diseño (mutagénesis o cruce sexual en los convencionales e ingeniería genética en los transgénicos).

6. *Enumera tres riesgos de la ingeniería genética y tres ventajas de su aplicación.*

- Tres posibles riesgos son la transferencia del gen de relevancia agroalimentaria desde el cultivo transgénico a uno convencional sexualmente compatible, la bajada de la biodiversidad agrícola por el uso intensivo del cultivo transgénico y, en el caso de cultivos transgénicos resistentes a plagas, el efecto sobre insectos distintos al insecto diana. Tres posibles beneficios son la bajada del consumo de plaguicidas, la mejora en las propiedades nutricionales de los alimentos y el incremento de productividad.

7. a) *¿Qué es un plásmido?*

b) *¿En qué tipos de células se localizan de forma natural?*

c) *¿Qué aplicaciones tienen en la ingeniería genética?*

- Plásmido: son pequeñas moléculas circulares y extracromosómicas de material hereditario que están presentes en algunas bacterias y se utilizan en ingeniería genética como base de los vectores de clonación.

8. *Si una molécula de DNA tiene la secuencia AATGTTACAATGGATCCGTTGCAT, ¿cómo será la secuencia del RNA mensajero que genere?.*

¿Cuál será la secuencia de la proteína que se forme por la traducción de dicho RNA mensajero? Para saberlo ayúdate de la siguiente información. Los codones AAC, CAA, CUA, GGC, GUA, UAC, UGU y UUA codifican respectivamente los aminoácidos asparagina, glutamina, leucina, glicina, valina, tirosina, cisteína y leucina.

- La secuencia del RNA mensajero será UUACA-AUGUUACCUAGGCAACGUA y la de la proteína será leucina-glutamina-cisteína-tirosina-leucina-glicina-asparagina-valina.
9. *¿Describe brevemente la transformación biolística?*
 - Es una técnica de laboratorio para generar plantas transgénicas que consiste en disparar sobre un tejido vegetal (normalmente un trocito de hoja) microproyectiles recubiertos del DNA exógeno con el que se desea transformar. El disparo se produce a una velocidad tal que, con una frecuencia aceptable, quedan alojados en el núcleo de la célula vegetal transformada.
 10. *Pon algún ejemplo de mutante que comamos regularmente en nuestro país.*
 - Col, coliflor, brócoli, naranja.
 11. *¿Cómo se evalúa la seguridad alimentaria de un producto transgénico? ¿Crees que es suficiente?*
 - Siguiendo las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud y atendiendo a el contenido nutricional, la posible presencia de alérgenos y el nivel de toxicidad. Es la evaluación más estricta realizada a cualquier tipo de alimento por lo que se puede considerar suficiente.
 12. *¿Hay diferencias entre los riesgos ambientales de las plantas transgénicas y los de las convencionales?*
 - No, ninguno.
 13. *¿Qué son las enzimas de restricción? ¿Cómo funcionan?*
 - Son unas tijeras moleculares que reconocen cortas secuencias específicas de DNA, normalmente de sólo seis nucleótidos. Estas

secuencias suelen ser palindrómicas, es decir se leen igual en una hebra del DNA de derecha a izquierda que en la opuesta de izquierda a derecha, por lo que su corte genera moléculas con extremos complementarios.

14. *¿Qué es un protoplasto? ¿Qué ventaja presenta frente a una célula bacteriana normal en los procesos de transferencia de DNA?*
 - Un protoplasto es una célula microbiana a la que temporalmente se le ha eliminado su cubierta celular (pared celular) facilitando así la entrada del DNA transformante.
15. *Observa el dibujo adjunto y describe los procesos esquematizados en los puntos 1, 2 y 3. Haz en tu libreta un dibujo que incluya la reproducción de la bacteria.*
 - 1: Extracción del DNA del organismo donador.
 - 2: Aislamiento del plásmido vector.
 - 3: Generación del DNA recombinante.
16. *¿Por qué se utiliza Agrobacterium tumefaciens en la obtención de plantas transgénicas?*
 - Porque esta bacteria es capaz de transformar de forma natural muchas plantas, inyectándoles parte de su DNA en el material hereditario vegetal.
17. a) *¿Se pueden cruzar sexualmente un cerdo y una manzana?*
 b) *¿Se puede hacer que una manzana contenga un gen de cerdo y lo exprese?*
 c) *¿Qué consecuencias de tipo ético te parece que podrían derivarse de la situación b.*
 - Un cerdo y una manzana no se pueden cruzar sexualmente pero una manzana transgénica puede contener un gen de cerdo y expresarlo mediante técnicas de ingeniería genética. Este salto de barrera de especie puede generar problemas éticos en individuos que sigan pautas de alimentación específicas (por ejemplo vegetarianos) o profesen una religión con limitaciones en la ingesta de cerdo (musulmanes).
18. *Razona porque en la mutación y el cruce sexual interviene el azar y en la ingeniería genética la direccionalidad.*

- En un proceso de mutación, los genes mutan de forma inespecífica, es imposible direccionar la mutación hacia un determinado gen. En el caso del cruce sexual, los genes de los dos parentales también se combinan inespecíficamente. Por el contrario, en la ingeniería genética, previamente a la construcción del DNA recombinante se selecciona el gen con el que se desea trabajar. Por eso la base de la ingeniería genética es la direccionalidad.
19. *¿Qué papel desempeña el gen marcador (por ejemplo la resistencia a Kanamicina) en la obtención de una planta transgénica?*
 - El gen marcador permite discernir que células han tomado el DNA transformante, es decir, selecciona las células transgénicas.
 20. *¿Qué tipo de modificación genética oferta más información para llevar a cabo una evaluación de riesgo sanitario o medioambiental.*
 - Sin ninguna duda la ingeniería genética porque el conocimiento molecular de la modificación genética introducida es mucho más exhaustivo.
 21. *Describe brevemente como llevarías a cabo la generación de un cultivo transgénico de arroz que contuviera un gen proveniente del genoma de otro vegetal que le permitiera resistir el ataque por un virus.*
 - Clonaría el gen que codifica la resistencia al virus desde el organismo donador. A continuación lo introduciría en un vector de *Agrobacterium*. Con el vector resultante transformaría hojas de arroz y seleccionaría los clones transformantes que se recuperarían en el laboratorio hasta generar plántulas. De ahí se pasaría al invernadero donde ya se generarían plantas transgénicas. Posteriormente habría que evaluar en campo su efectividad y finalmente se evaluaría su seguridad alimentaria.
 22. *¿Crees que para un diabético es un problema inyectarse insulina transgénica? ¿Crees que ese mismo diabético aceptaría comerse un tomate transgénico?*
 - Para un diabético inyectarse insulina transgénica no es un problema, todo lo contrario, es una forma de evitar los problemas derivados de su enfermedad. Probablemente ese diabético no acepte un tomate transgénico, a menos que le oferte algo muy positivo (menos precio, mejores propiedades organolépticas, físico-químicas o nutricionales).
 23. *Comenta alguna aplicación positiva del conocimiento del genoma de un individuo. ¿Te imaginas alguna negativa?*
 - Una aplicación positiva sería la detección de una mutación en un gen que predisponga a padecer una determinada enfermedad, por ejemplo altos niveles de colesterol. Sabiéndolo es posible seguir una dieta que evite el aumento del colesterol. De esta forma se podría prevenir el desarrollo de la enfermedad. Una aplicación negativa sería, siguiendo el mismo caso, que algún empresario decidiera no contratar a esta persona porque puede tener un mayor riesgo de sufrir un infarto de miocardio.

6 CLONACIÓN

Actividades pág. 135

1. Define los siguientes términos: *in vitro*, clon, clonaje, cigoto, terapéutico, gameto, enuclear, cromosoma.

- *In vitro*: reproducir en el laboratorio algo que sucede en la Naturaleza.
- Clon: células o individuos que tienen el mismo material hereditario.
- Clonaje: es la generación de un organismo genéticamente idéntico a otro del que proviene.
- Cigoto: Es la célula resultante de la fecundación de un óvulo por un espermatozoide.
- Terapéutico: con propiedades curativas.
- Gameto: cada una de las células sexuales, en mamíferos al proveniente de la hembra se le llama óvulo y al del macho espermatozoide.
- Enuclear: eliminar el núcleo de una célula.
- Cromosoma: estructuras celulares en las que se organiza el material hereditario en las células eucariotas.

2. Explica cómo se forma un cigoto macho y como uno hembra.

- Un cigoto macho se forma cuando el óvulo es fecundado por un espermatozoide que tiene el cromosoma Y en su material hereditario. Por el contrario, un cigoto hembra se forma cuando el óvulo es fecundado por un espermatozoide que contiene el cromosoma X.

3. Describe brevemente la fecundación *in vitro*.

- Son varias técnicas de ginecología que permiten tener descendencia a parejas infértiles.

4. La clonación, ¿es frecuente o infrecuente en la Naturaleza?

- La clonación es muy habitual en el mundo microbiano y bastante habitual en el mundo vegetal. En los animales es poco frecuente.

5. ¿Qué es una célula madre?

- Son células que tienen la capacidad de auto-

replicarse indefinidamente o dividirse bajo ciertas condiciones para dar lugar a la síntesis de varios tipos celulares distintos.

6. ¿Qué significa que el cigoto es totipotente? Hay más células que también lo son?

- Significa puede dar lugar por sucesivas divisiones a cualquier tipo celular. Sólo el cigoto y las células madre poseen esta capacidad.

7. Indica cuáles de las siguientes afirmaciones es cierta y explica por qué:

- a) Los gametos y las células somáticas (resto de células del cuerpo) tienen el mismo número de cromosomas en cualquier especie.
- b) Los gametos tienen el doble de cromosomas que las células somáticas.
- c) Los gametos tienen la mitad de cromosomas que las células somáticas.
- d) Los gametos femeninos tienen el mismo número de cromosomas que las células somáticas. Los gametos masculinos depende.

- La verdadera es la respuesta "c". En la "a" se dice que los gametos tienen la misma cantidad de cromosomas que las células somáticas, en la "b" que tienen el doble y en la "d" que depende del sexo, cuando siempre, independientemente del sexo, tienen la mitad.

8. En la figura adjunta se han deslizado 5 errores. Localízalos y corrégelos.

- Error 1: el proceso de formación de óvulos y espermatozoides se llama meiosis y no mitosis.
- Error 2: los ovarios de la mujer producen óvulos y no espermatozoides.
- Error 3: los testículos de los hombres producen espermatozoides y no óvulos.
- Error 4: el proceso de unión del óvulo y el espermatozoide se llama fecundación y no meiosis.
- Error 5: los 23 pares de cromosomas del cigoto son $2n$ y no n .

9. ¿Cuándo comienza a haber células diferencia-

das en un embrión?

- Entre la primera y la segunda semana de vida del feto.
10. *Describe brevemente como se genera un animal de granja clónico por transferencia nuclear.*
- Comienza con una biopsia para obtener células aisladas del organismo que se quiere clonar. Al mismo tiempo se comienza un proceso de hiperovulación con una hembra donadora obteniéndose óvulos receptores. A continuación se retira el núcleo de dichos óvulos y dichos óvulos enucleados se ponen en contacto con las células aisladas del organismo a clonar. Su fusión se fuerza mediante el empleo de agentes químicos o físicos. Posteriormente se induce el crecimiento en el laboratorio de las células que hayan fusionado, de forma que el óvulo con el núcleo del organismo a clonar se replique durante varias divisiones. Finalmente, el embrión así formado se transfiere a una madre adoptiva.
11. *Explica la diferencia entre clonación terapéutica y clonación reproductiva.*
- Clonación terapéutica es el uso de la técnica de transferencia nuclear para la generación de células diferenciadas que permitan tratar a pacientes que sufran determinadas enfermedades. Por el contrario, clonación reproductiva es usar dichas técnicas para hacer clónicos de una persona.
12. *¿A quién se parecería más la oveja Dolly? ¿Por qué?*
- a) *A la oveja donante de la célula de glándula mamaria.*
 - b) *A la oveja donante del ovocito.*
 - c) *Tendría caracteres intermedios.*
 - d) *A la oveja donante del ovocito pero tendría también algún carácter de la oveja donante de la célula de glándula mamaria.*
- A la oveja donante de la célula de la glándula mamaria porque de ella porta todo el material hereditario nuclear, mientras que de la donante del ovocito sólo porta el DNA mitocondrial.
13. *¿Podría Dolly tener algún carácter de la oveja donante del ovocito? Razónalo.*
- Sí, aquellos que estén codificados en el genoma mitocondrial porque las mitocondrias que posee vienen del ovocito donante.
14. *Desde el punto de vista genético a quién te pareces más, ¿a tu padre o a tu madre? ¿A tu tatarabuelo o a tu tatarabuela? Razónalo.*
- A mi madre y a mi tatarabuela por parte de madre (la abuela de la abuela de mi madre) porque todas ellas tenían mis mitocondrias.
15. *Describe brevemente el tipo de proceso que ha dado lugar a la situación que muestra la figura adjunta, suponiendo:*
- a) *Que los dos fetos son siempre del mismo sexo.*
 - b) *Que los dos fetos sean del mismo o de distintos sexo.*
- Si son del mismo sexo ha podido deberse a una fragmentación del cigoto durante las primeras fases del desarrollo. Si son de distinto sexo se debe a una fecundación de dos óvulos distintos por parte de diferentes espermatozoides.
16. *¿Qué crees que debería hacerse con los embriones sobrantes de procesos de fecundación in vitro?*
- Conservarlos y, una parte de ellos, dedicarlos a la investigación siempre bajo intensas medidas de control.
17. *¿Por qué no podemos decir que un animal clónico sea totalmente clónico?*
- Porque posee el genoma mitocondrial del ovocito receptor.
18. *¿Cuál crees que es el futuro de la clonación reproductiva en nuestro país?*
- Todavía faltan muchos años para poder aplicar técnicas de clonación terapéutica en nuestro país y en cualquier otro país del mundo. Nuestro país tiene científicos trabajando en estas temáticas y un marco jurídico adecuado. Además somos líderes mundiales en transplantes, lo que demuestra que los españoles estamos abiertos al uso de las nuevas tecnologías en la resolución de problemas de salud. Por todo ello creo que el futuro, con todas

7 LA SALUD Y LOS FACTORES DE QUE DEPENDE

Actividades pág. 155

1. *El sistema de asistencia sanitaria es uno de los determinantes de la salud ¿Cómo se puede clasificar? Justifica tu respuesta.*

- La asistencia sanitaria se puede incluir entre los factores ambientales de tipo político. La forma de organizar la asistencia sanitaria depende de factores políticos. Es el Estado quien decide el tipo de asistencia, que puede ser en cuanto a su financiación: pública, privada o mixta. El acceso a asistencia será igual para todos los ciudadanos si ésta es pública y dependerá del nivel económico si es privada o mixta. Además, la organización desde el punto de vista físico también influirá en el acceso de la población y resultará más difícil cuanto más alejados estén los establecimientos sanitarios de los núcleos de población. La salud de la población será mejor cuando la cobertura sea universal con financiación pública.

2. *¿Cómo puede influir el medio ambiente en la salud?*

- Los factores ambientales van a tener una gran influencia en el desarrollo. Un niño no crecerá igual en un ambiente frío, húmedo y contaminado, que en otro cálido, seco y sin contaminación. Cuanto mayor sea la calidad del ambiente, en sentido amplio, más fácil será un desarrollo armónico. La existencia de contaminación física, química o biológica puede ser causa directa de la pérdida de la salud.

3. *Los siguientes factores en qué determinante de salud pueden incluirse: alimentación; contaminación ambiental; obesidad; consumo de alcohol; enfermedades hereditarias.*

- Ambientales: contaminación ambiental.
- Ligados al estilo de vida: alimentación, obesidad (cuando se relaciona con alimentación inadecuada), consumo de alcohol.
- Genéticos: obesidad (cuando tiene origen genético), enfermedades hereditaria.

4. *¿Qué determinantes de salud pueden modificarse por la actividad humana?*

- Los ambientales y los ligados al estilo de vida. De momento no es posible modificar los factores genéticos, pero se puede intervenir en los biológicos ligados al desarrollo.

5. *¿Cómo puede influir en el estado de salud de un adulto las condiciones de salud en que vivió los primeros años de vida?*

- La alimentación de los primeros meses influye de forma muy importante en el desarrollo físico que incluye el del cerebro y otros órganos. Además el trato recibido en los primeros años influye en la personalidad y en el desarrollo de los aspectos afectivos e intelectuales. Los niños que nacen con poco peso (menos de 2,5 kg) tienen más posibilidades de sufrir enfermedades cardiovasculares cuando son adultos.

6. *Elige de la siguiente lista los factores que puedan ser de riesgo para la enfermedad cardiovascular: hipertensión arterial; obesidad; sedentarismo; consumo de alcohol; delgadez extrema; ingestión de líquidos azucarados; consumo de tabaco; exceso de ejercicio físico; consumo de café; alimentación rica en proteínas; dieta mediterránea; exposición al amianto.*

- Un factor de riesgo es una circunstancia que aumenta las probabilidades de que una persona contraiga una enfermedad. Las enfermedades cardiovasculares incluyen la enfermedad isquémica coronaria (angina de pecho e infarto de miocardio), la enfermedad cerebrovascular (hemorragia o infarto cerebral que producen ictus) y la enfermedad vascular periférica (falta de riego sanguíneo en las extremidades). De entre las circunstancias incluidas en la cuestión pueden favorecer la enfermedad cardiovascular las siguientes: hipertensión arterial; obesidad; sedentarismo; consumo de alcohol; consumo de tabaco.

7. *¿Por qué el tipo de alimentación y el grado de actividad física pueden utilizarse como indicadores de la salud de una población?*

- Porque la salud de la población será mayor cuando un elevado porcentaje de la misma reciba una alimentación equilibrada y practique de forma regular ejercicio físico que son hábitos de vida saludables.

9. *Clasifica las siguientes enfermedades según sean transmisibles o no transmisibles: gripe; varicela; parálisis cerebral; meningitis; diabetes; epilepsia; neumonía.*

- Transmisibles: gripe; varicela; meningitis; neumonía.
- No transmisibles: parálisis cerebral; diabetes; epilepsia.

10. *¿Por qué el SIDA produce más muertes en los países pobres que en los ricos?*

- Porque para evitar las muertes por SIDA es necesario utilizar métodos preventivos y en caso de contraer la enfermedad tratarla con fármacos antirretrovirales. Los países pobres no tienen capacidad para prevenir por medio de campañas educativas, ni posibilidad de adquirir los medicamentos adecuados. Además, el sistema sanitario de los países pobres no tiene capacidad para hacer frente a las complicaciones de la enfermedad que son la causa más frecuente de la muerte de estos enfermos.

11. *Señala cuál de las siguientes afirmaciones es falsa y justifica su falsedad:*

- *La inflamación del endotelio es causa de enfermedad cardiovascular*
- *El endotelio no produce sustancias que regulen el funcionamiento vascular.*
- *En la enfermedad isquémica coronaria hay alteración del endotelio.*
- *Hay relación entre la producción de sustancias por el endotelio y la arterioesclerosis.*
- La afirmación falsa es: El endotelio no produce sustancias que regulen el funcionamiento vascular. Es falsa porque el endotelio, que es la capa más interna de la pared vascular, pro-

duce sustancias vasodilatadoras como el óxido nítrico y las prostaciclina que son las responsables del adecuado funcionamiento de los vasos.

12. *Razona por qué el colesterol elevado es un factor de riesgo para la enfermedad cardiovascular.*

- Un factor de riesgo es una circunstancia que aumenta las probabilidades de que una persona contraiga una enfermedad. Para que una circunstancia sea un factor de riesgo debe existir relación de causalidad entre la circunstancia y la enfermedad.
- Estudios en grandes grupos de población han demostrado que cuanto más elevados son los valores de colesterol (normal 200 mg/dl de colesterol total o 130 mg/dl de colesterol LDL, que es que produce daño vascular) más frecuente es la aparición de infarto de miocardio o de enfermedad cerebral. Se cumple pues que quien tiene colesterol elevado tiene más posibilidades de contraer la enfermedad y que existe relación entre cifras de colesterol y enfermedad cardiovascular.

13. *¿Por qué la artrosis afecta con mayor frecuencia a las articulaciones de las piernas?*

- Porque la artrosis es un proceso degenerativo de las articulaciones que se relaciona con la edad y con la carga que éstas soportan. Las articulaciones de las rodillas y de las caderas soportan más peso y son utilizadas con más frecuencia que las de otras localizaciones.

14. *Explica los mecanismos por los que el tabaco puede producir enfermedad cardiovascular.*

- El tabaquismo además de estar directamente relacionado con algunos tipos de cáncer, es un factor de riesgo cardiovascular y dejar de fumar es probablemente la medida de estilo de vida más efectiva para la prevención de enfermedades cardiovasculares como el ictus y el infarto de miocardio. Las personas que dejan de fumar antes de llegar a la edad media de la vida tienen una esperanza de vida semejante a la de los individuos que nunca han fumado.
- El humo del tabaco causa un aumento agudo de la presión arterial y la frecuencia cardíaca

porque estimula las terminaciones nerviosas del sistema nervioso simpático y aumenta las catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) plasmáticas. Tanto los hipertensos no tratados como los normotensos fumadores presentan valores diurnos de presión arterial superiores a los de los no fumadores. El tabaquismo pasivo, entendido como la inhalación prolongada de humo de tabaco ambiental, produce un aumento del riesgo de enfermedades coronarias y otras relacionadas. Esta exposición se ha reducido en los países en los que existen leyes para proteger a los no fumadores.

15. *De acuerdo con los datos de la figura 5.2 ¿Se puede pensar que existe relación entre diabetes y obesidad? ¿En qué sentido?*

- Si, de los datos de la figura se deduce que el aumento de la prevalencia de obesidad lleva acompañado un aumento de la prevalencia de diabetes. Los individuos obesos tienen con frecuencia alteraciones en el metabolismo de los hidratos de carbono.
- Debe quedar claro que nos referimos a la diabetes de tipo 2, que aparece en la edad adulta y está vinculada al estilo de vida, no a la de tipo 1 que tiene causa genética y aparece en las primeras épocas de la vida.

16. *El paludismo está causado por el Plasmodium falciparum y en los humanos se transmite por la picadura de las hembras de los mosquitos anopheles. ¿Por qué el paludismo es más frecuente en las zonas tropicales? ¿Podría prevenirse esta enfermedad sin utilizar medicamentos? ¿Cómo?*

- Para que se desarrolle el mosquito debe existir un ambiente adecuado que incluye la existencia de agua estancada y elevada humedad en el aire. Estas circunstancias se dan sobre todo en los países tropicales. La enfermedad se puede prevenir utilizando insecticidas para erradicar al mosquito (ello puede suponer contaminación ambiental y riesgo para los humanos), desecando las zonas pantanosas donde crece el insecto o utilizando mosquiteras y ropas que cubran la piel para impedir la picadura del mosquito. El uso de repelentes

sobre la piel puede ser útil pero en ocasiones pueden producir irritación o alergias. Se ha intentado también el uso de sustancias que disminuyan la fertilidad de los anopheles que al no poderse reproducir no permitirían el desarrollo del *Plasmodium*, pero hasta ahora los resultados son pobres.

17. *De entre los medicamentos investigados por la industria farmacéutica en los últimos 10 años menos del 1% están dirigidos al tratamiento de enfermedades protozoarias. Busca una explicación a ese bajo porcentaje.*

- Las enfermedades protozoarias afectan sobre todo a los habitantes de los países pobres que tienen poca capacidad económica y que por tanto no podrán pagar precios elevados por ellos. En una situación ideal de erradicación de estas enfermedades el mercado desaparecería. La investigación de medicamentos se dirige a las enfermedades crónicas que afectan a un porcentaje importante de la población de los países desarrollados que, además, pueden pagarlos. Por otra parte los enfermos crónicos no se curan y deberán consumir los medicamentos a lo largo de toda su vida lo que incrementa el volumen del mercado.

18. *Teniendo en cuenta las diferencias estructurales entre las células humanas y las de las bacterias, justifica el hecho de que los antibióticos maten a las células bacterianas sin afectar a las humanas.*

- Las células de las bacterias son procariotas y tienen estructura diferente de las humanas que son eucariotas, por ejemplo las procariotas tienen pared celular que no tienen las eucariotas y los ribosomas son diferentes. Los antibióticos actúan sobre las estructuras celulares de las bacterias pero no pueden afectar a las células de los mamíferos.

19. *Razona por qué la gravedad del cáncer se puede valorar con la proporción de afectados que sobreviven al cabo de unos años.*

- Si un cáncer es muy grave producirá en poco tiempo la muerte de los pacientes afectados y ello ocurrirá a pesar del tratamiento. Si valoramos la supervivencia, por ejemplo, 5 años después del diagnóstico tendremos un indica-

dor claro de la gravedad del mismo. A mayor mortalidad mayor gravedad.

20. Con los datos de la figura 4.5 describe la evolución de la mortalidad por cáncer de pulmón en hombres y mujeres e intenta buscar una explicación a las diferencias existentes.

- La figura 4.5 muestra el número de casos de cáncer por cada 100.000 habitantes a lo largo de 30 años. Se observa que en el trazado correspondiente al cáncer de pulmón los valores son siempre más elevados en hombres. Además, se mantiene estable con un ligero aumento a lo largo del tiempo en mujeres, mientras que aumenta entre 1971 y principio de los años 90 en hombres, para entonces mantenerse estable. Dado que el hábito tabáquico es el principal factor de riesgo para esta enfermedad, la evolución puede relacionarse con la frecuencia del mismo en hombres y mujeres.

21. Calcula los gramos de alcohol que hay en una botella de 750 ml de vino con 12,5 grados y en una del mismo tamaño de ginebra de 40 grados. ¿Qué cantidad se podría beber de vino o de ginebra para no sobrepasar el máximo diario en hombres y en mujeres?

- El contenido en gramos por litro se calcula multiplicando por 10 la graduación de la bebida (qué se expresa en porcentaje de alcohol) y multiplicando este valor por 0,8 (qué es la densidad del alcohol etílico).
- El vino del ejemplo tiene una graduación de 12,5 grados (12,5%) por lo que tendrá en un litro 100 gramos de alcohol ($12,5 \times 10 \times 0,8$), como la botella es de 750 ml, el contenido de alcohol será 75 gramos. La ginebra tiene una graduación de 40% y en un litro hay 320 gramos de alcohol ($40 \times 10 \times 0,8$), luego en 750 ml habrá 240 gramos.
- Un hombre beberá 30 gramos de alcohol (máximo diario) con 300 ml de vino o con 93,75 ml de ginebra. En el caso de las mujeres el máximo es de 20 gramos y las cantidades 200 ml de vino o 62,5 ml de ginebra.

Lo que dicen los medios

- El objetivo es ilustrar la influencia de diversos factores en una enfermedad frecuente como el asma. Se puede trabajar la importancia del medio ambiente en la enfermedad (incluyendo la alimentación) y como las actividades humanas pueden favorecer su desarrollo y por tanto prevenirla. Se puede debatir también sobre la importancia de los factores emocionales y de la herencia. Es interesante remarcar que una enfermedad en principio infantil puede convertirse en crónica y afectar a lo largo de toda la vida.
- La noticia está relacionada con los factores que determinan la enfermedad.

Documento para el debate

1. ¿A qué llamamos coste social del dolor?

- A los efectos que tiene sobre aspectos como la pérdida del puesto de trabajo, o el coste económico vinculado a las horas de trabajo perdidas o la aparición de enfermedades como la depresión.

2. ¿Qué influencia tiene el dolor crónico en la vida laboral? ¿Hay diferencias entre países?

- Según un estudio europeo uno de cada cinco españoles ha perdido su puesto de trabajo por padecer dolor crónico. Un 8% ha tenido que cambiar de puesto de trabajo en la misma empresa y un 4% ha tenido que cambiar de trabajo. Si existen diferencias entre países y el porcentaje en España es superior al de otros países.

3. ¿Cuáles son los componentes del coste económico del dolor? Razona tu respuesta

- El coste económico incluye el coste de la asistencia sanitaria, de los medicamentos y de las bajas laborales como costes directos y fácilmente valorables. Como costes indirectos cabe citar el de los desplazamientos para ser atendido. Un último componente difícil de valorar es el del sufrimiento que produce la enfermedad (estos costes se denominan intangibles).

4. Existen diferencias en la forma de tratar el dolor entre países ¿A qué pueden deberse?

- Según el estudio *Pain in Europe* si que existen diferencias sobre todo en lo que se refiere al uso de opiáceos. Las diferencias pueden deberse al miedo a que estos fármacos pro-

duzcan adicción y dependencia. También existen diferencias en el uso de tratamientos no farmacológicos como la rehabilitación (masaje, ejercicio físico, radiaciones,..) y ello se debe a que no todos los países europeos financian este tipo de tratamiento.

8

EL USO RACIONAL DE LOS MEDICAMENTOS

Actividades pág. 173

1. Diferencia entre fármaco y medicamento.

- Un fármaco es una sustancia capaz de modificar las funciones biológicas, mientras que el medicamento es el fármaco preparado para su administración a los seres vivos. Luego la diferencia es que el medicamento supone un proceso de fabricación para poderlo utilizar mientras que el fármaco se puede encontrar como tal en la naturaleza.

2. En Francia se consumen más medicamentos por habitante y año que en Suecia. Este hecho ¿se traducirá en una mejor salud de los franceses? Justifica tu respuesta.

- La respuesta es no. A partir de un cierto nivel de consumo, que además suele ir unido a un mejor desarrollo de los sistemas sanitarios, mayor consumo de fármacos no significa mayor salud o mayor sensación de bienestar de los ciudadanos. Esto se debe a que el uso de medicamentos está muy influido por el modelo de sistema sanitario y por el tipo de educación sanitaria que ha recibido la población.

3. ¿Qué pasos se deben dar antes de utilizar un medicamento?

- La utilización correcta de medicamentos se basa en un diagnóstico también correcto. Es necesario saber exactamente qué enfermedad o qué síndrome (conjunto de signos y síntomas) padece una persona para tomar una decisión terapéutica, que puede incluir o no la administración de medicamentos. Una vez hecho el diagnóstico y decidido que el tratamiento debe hacerse con fármacos, se selecciona el más adecuado para la enfermedad valorando el beneficio que espera obtener de él (mejora de salud) y los riesgos que se corren (posibilidad de que aparezcan reacciones adversas).

Tanto el diagnóstico como la indicación de tratamiento requieren una formación ade-

cuada que está reservada a los profesionales sanitarios, a los médicos y odontólogos y en menor medida y para ocasiones concretas a los farmacéuticos y las enfermeras.

Antes de tomar un medicamento el paciente o sus familiares, según los casos, deberían tener una información mínima sobre él. Es imprescindible conocer la forma de tomarlo y los efectos beneficiosos, y en su caso, adversos, que cabe esperar de él. Esta información puede y debe ser proporcionada por el médico, puede ser completada por el farmacéutico, y por último puede obtenerse de la lectura del prospecto que todo medicamento contiene en su envase.

4. Define uso racional del medicamento.

- Se produce un uso racional de los medicamentos cuando los enfermos reciban los medicamentos indicados para su situación clínica, de forma adecuada a sus necesidades individuales y al menor coste para ellos y para la sociedad. Para conseguir este objetivo es necesaria la participación de diferentes estamentos: políticos, industria farmacéutica, profesionales sanitarios y población general.

5. Semejanzas y diferencias entre medicamento genérico y medicamento de marca.

- Un medicamento genérico tiene la misma composición que el de marca que sirve de referencia y para ser autorizado debe demostrar que es bioequivalente con éste, lo que significa que su administración produce los mismos niveles del medicamento en la sangre del paciente. La diferencia fundamental es que el genérico puede ser fabricado por muchas empresas y tienen precio inferior al de marca que sólo puede fabricar el propietario de la patente. Debe recordarse que sólo puede haber genéricos de principios activos cuya patente haya caducado.

6. ¿Qué se debe hacer con los envases de medicamento que no se consumen en su totalidad?

- Cuando no se consume la totalidad de un envase de un medicamento, éste puede, a veces, guardarse hasta la fecha de caducidad para un uso posterior, pero hay que asegurarse de que ello es posible leyendo el prospecto. En general, los preparados líquidos no deben conservarse una vez abiertos. En el caso particular de los colirios, nunca deben utilizarse si están abiertos más de un mes porque hay riesgo de contaminación bacteriana del ojo.

Los medicamentos son sustancias químicas que pueden resultar contaminantes si se eliminan de manera no adecuada, por ejemplo mezclándolos con la basura o arrojándolos por desagües domésticos. En las farmacias existen recipientes especiales para recoger los restos de envases o los medicamentos caducados para evitar la contaminación ambiental.

7. Explica la frase: “sin solidaridad no hay trasplantes”.

- Para que se puedan hacer trasplantes es necesario que existan donantes de órganos. Es decir, personas que manifiestan su deseo de donar sus órganos cuando fallezcan. En otras ocasiones son las familias las que deciden la donación de los órganos del fallecido. Se trata de una actitud solidaria puesto que la donación es altruista y sin ningún tipo de compensación. Es un acto de generosidad que permite que una persona pueda seguir viviendo gracias a los órganos de otra que ha muerto. Sin donantes altruistas no puede haber trasplantes, por ello se puede afirmar que: “Sin solidaridad no hay trasplantes”.

8. ¿Qué es un medicamento esencial?

- Según la OMS, se consideran esenciales los medicamentos que cubren las necesidades de atención de salud prioritarias de la población. Son seleccionados atendiendo a su importancia para la salud pública, a la evidencia sobre su eficacia e inocuidad y a su relación coste-eficacia. La OMS publica periódicamente un listado, el último es de 2007. (<http://www.who.int/medicines/publications/SpanishEML15.pdf>). Cada país debe

determinar qué medicamentos de los contenidos en la lista han de considerarse esenciales de acuerdo con sus necesidades.

9. ¿Cuál es el elemento común de todas las leyes que regulan la investigación biomédica en España?

- El elemento común es la regulación de los derechos de los seres humanos que participan en la investigación. En España existen tres leyes que regulan la investigación biomédica, la ley de investigación biomédica de 2007, la ley de reproducción humana asistida de 2006 y la ley de garantías y uso racional de los medicamentos de 2006. Son complementarias entre sí. Todo proyecto de investigación en humanos o con tejidos de procedencia humana debe ser previamente autorizado por un Comité de Ética de la Investigación. Éste debe ser independiente del equipo investigador para asegurar que se respetan los derechos de los participantes y se vela por su seguridad y por el buen uso de los resultados obtenidos.

10. Describe los componentes del coste económico de los medicamentos.

- El componente más importante es el precio que se debe pagar por él que debe compensar al fabricante de los gastos de investigación y desarrollo y de comercialización. Los medicamentos pueden producir efectos no deseados con aparición de las llamadas “reacciones adversas a medicamentos” que pueden hacer necesaria una nueva asistencia sanitaria al paciente afectado. Ésta y el sufrimiento del paciente deben considerarse un coste añadido. Habría que computar también como coste de los medicamentos las consecuencias de su mala utilización. Por ejemplo: su empleo en indicaciones no aprobadas, es decir en enfermedades para las cuales no se ha demostrado su eficacia o el uso incorrecto de la automedicación.

11. Describe la figura 1.5 y explica su significado.

- La figura recoge el porcentaje de población y de consumo de medicamentos en los países pobres y ricos. En líneas generales, los países

industrializados, que suponen algo más del 20% de la población mundial, consumen más del 80% de los medicamentos disponibles, mientras que el restante 80% de la población, que habita en los países en vías de desarrollo, dispone de menos del 20% de los medicamentos. El porcentaje de población en los países ricos va disminuyendo respecto al total mundial mientras que el porcentaje de consumo va incrementándose.

La línea de aumento de desigualdad muestra como ésta se incrementa, el cálculo es el siguiente: en 1975 el 27% de la población vive en países desarrollados y el 73% en los no desarrollados. Los primeros consumen el 76% de los medicamentos, y los segundos el 24%. Un habitante de un país desarrollado consume de media (76/27) 2,81% de los medicamentos consumidos por cada 100 habitantes del planeta. Un habitante de un país no desarrollado consume de media (24/73) 0,33 % de los medicamentos consumidos por cada 100 habitantes del planeta. La relación es de 8,5 (hay un error en el gráfico). En 1985 el 24% consume el 78% y el 76% consume el 22%, relación (3,25%/0,29%) 11,2. En 2002, el 14% consume el 87% y el 86% consume el 13%, relación (6,2%/0,15%) 41,4.

12. ¿Qué características tienen los medicamentos que se pueden utilizar en automedicación?

- La automedicación debería hacerse exclusivamente con medicamentos que pueden dispensarse sin receta. Los medicamentos más utilizados como automedicación son los utilizados en el tratamiento del resfriado común y del dolor, seguidos de los usados para molestias del aparato digestivo.

Hay un grupo de medicamentos para el tratamiento de síntomas leves, llamados “publicitarios” que no son financiados por el sistema público y son siempre dispensados sin receta. Éstos son los que pueden anunciarse en los medios de comunicación y se utilizan de forma casi exclusiva como automedicación.

13. Cómo se puede explicar que en España se hicieron 3756 trasplantes si sólo hubo 1509 donantes.

- Porque que en muchas ocasiones la misma

persona donó varios órganos.

14. Clasifica el sistema sanitario español desde el punto de vista de la financiación y de la cobertura.

- En España desde 1982 el sistema nacional de salud da cobertura universal con financiación pública. En algunos casos la asistencia se presta por instituciones privadas concertadas con el Estado que se responsabiliza del pago.

15. Cómo influye la calidad del agua en las enfermedades de África subsahariana? ¿Qué medidas serían útiles?

- En la mayor parte de los países de África subsahariana la diarrea infantil, la malaria, el sarampión y la tuberculosis aparecen entre las primeras causas de muerte. Son enfermedades que causan muy poca mortalidad en los países desarrollados y que además se relacionan con unas condiciones de vida poco saludables. Debe destacarse que la falta de agua potable y la inexistencia de sistemas de alcantarillado juegan un importante papel en la producción de algunas de estas enfermedades, junto con la falta de vivienda digna y de alimentos. El tratamiento de las aguas residuales y la disponibilidad de agua de calidad para el consumo pueden mejorar de forma importante el estado de salud de estas poblaciones.

16. ¿Es siempre perjudicial la automedicación? Explícalo

- Para algunos la automedicación es una práctica que debería evitarse ya que la administración de medicamentos debería venir precedida de un diagnóstico, pero desde hace años y dentro de las campañas encaminadas a responsabilizar a la población de su propia salud, la automedicación se incluye dentro de lo que la OMS ha denominado autocuidados. La automedicación puede emplearse en los llamados síntomas menores. Se trata de molestias frecuentes, que se suelen presentar aisladas y no forman parte de la sintomatología de una enfermedad importante. El dolor localizado, la tos como síntoma aislado, la acidez de estómago después de una comida copiosa o algunas lesiones cutáneas pueden

ser buenos ejemplos. El resfriado con su sintomatología de quebrantamiento general y congestión nasal puede ser también una situación que se preste a la automedicación. Otros síntomas como los vómitos, el dolor abdominal localizado o la fiebre pueden ser indicativos de procesos más graves y deberían ser consultados con el médico.

La automedicación puede resultar especialmente útil en situaciones que ya se han padecido antes y para las que el médico recomendó un medicamento concreto. Las alergias que se repiten de forma estacional, como ciertas rinitis. En todo caso la automedicación habrá que hacerla con medicamentos que se conozcan bien, con los que se haya tenido experiencia previa, que se puedan adquirir sin receta médica y administrados durante un periodo corto de tiempo, que dependiendo del síntoma tratado puede ir desde unas horas a varios días. Si la molestia continúa o se acrecienta debe consultarse al médico.

17. Las personas que se automedican ¿tienen las mismas características que las que toman más medicamentos? Justifica tu respuesta.

- No. La automedicación es más frecuente en las personas de entre 16 y 44 años, en las de mayor nivel de estudios y en las que viven en poblaciones de mayor tamaño. Mientras que el consumo de medicamentos es más frecuente en las mujeres, las personas de mayor edad, en las de menor nivel de estudios y en las que viven en poblaciones más pequeñas.

18. Explica la frase: “El mal uso de antibióticos puede ser una decisión individual pero tiene consecuencias que afectan a toda la población”.

- El mal uso de antibióticos ha dado lugar a la aparición de microorganismos resistentes que complican el tratamiento de algunas infecciones, incluso en personas que nunca han tenido contacto previo con el antibiótico. Ello ha conducido a una situación paradójica en la que sustancias con un gran potencial para resolver problemas de salud han generado otros, incluso más graves que los que podían resolver. Para entenderlo es preciso tener cla-

ro que el que se vuelve resistente es el germen no el paciente y que los gérmenes que se hacen resistentes pueden infectar a otras personas aunque éstas no hayan hecho mal uso de los antibióticos.

19. Explica la relación que puede existir entre los accidentes de tráfico de un país y el número de trasplantes que se realizan en el mismo.

- Parte de los donantes son personas jóvenes y sanas que fallecen en accidentes de tráfico, si éstos disminuyen también lo harán las donaciones.

20. ¿Cuáles son los motivos de que la investigación biomédica sea multidisciplinar?

- La investigación médica ha cambiado en las últimas décadas de manera sustancial, tanto metodológica como conceptualmente. Hoy se suele llamar biomédica porque incluye a disciplinas no directamente implicadas en la asistencia sanitaria. Muchos de los descubrimientos que permiten albergar esperanzas sobre el tratamiento e incluso la curación de enfermedades que hoy son incurables, proceden del campo de la biología, la bioquímica, la inmunología o la genética y han sido posibles gracias al desarrollo de instrumentos que permiten el trabajo sobre las células y sus componentes. Todo ello ha hecho que los equipos de investigación biomédica sean multidisciplinarios y coordinen el trabajo de los investigadores básicos con el de los clínicos que realizan la asistencia sanitaria. Es frecuente que los miembros de los equipos de investigación biomédica estén ubicados en distintos lugares, con participación de organismos tanto públicos como privados, y trabajen en red para conseguir resultados de mayor calidad y de forma más rápida.

21. Explica la relación que existe entre el envejecimiento de la población y la búsqueda de modelos más eficientes de gestión sanitaria.

- El incremento de costes está poniendo en peligro la continuidad de los modelos de asistencia sanitaria de cobertura universal y financiación pública. Las razones para la crisis son variadas y entre ellas aparece el envejecimiento de la población que hace que aumen-

te la demanda de asistencia sanitaria y que ésta se prolongue cada vez por más tiempo debido a las enfermedades crónicas y degenerativas. El riesgo de que ese coste cada vez mayor no pueda ser cubierto por los presupuestos públicos hace necesaria la búsqueda de mayor eficiencia económica, es decir, la consecución de los mejores servicios sanitarios al menor coste posible.

22. *La mayoría de los fármacos administrados a niños nunca han sido investigados con ellos, sólo en adultos. Recientemente una normativa europea incentiva la investigación clínica en niños.*

a) *Razona los motivos por los que se deben investigar los medicamentos en niños.*

b) *¿Qué problemas éticos especiales supone la investigación de medicamentos en niños?*

- La utilización de medicamentos en niños tiene peculiaridades debido a que el niño no es un adulto en miniatura. Por un lado, existen enfermedades y un modo de enfermar típicamente infantil y por otro, en los distintos momentos del desarrollo los seres humanos presentan diferencias fisiológicas que pueden influir en el efecto de los medicamentos. En el proceso de autorización de un nuevo medicamento es fundamental disponer de los resultados de ensayos clínicos que demuestren su eficacia y seguridad, pero generalmente los niños no participan en los ensayos previos a la autorización, por lo que no se dispone de información sobre el uso en pediatría. Ante la ausencia de información, los pediatras deben extrapolar datos procedentes de estudios realizados en adultos lo que deja a los pacientes pediátricos en situación de inferioridad en cuanto a la utilización correcta de los medicamentos y puede generar fracaso terapéutico o incluso situaciones de riesgo. El uso de medicamentos en condiciones diferentes de las autorizadas constituye un experimento incontrolado en el que el paciente es incluido sin su consentimiento.
- Los aspectos éticos son una parte fundamental de la investigación clínica. Los niños son considerados un grupo vulnerable y por ello

requieren una especial protección como sujetos de investigación. Esto incluye aspectos éticos específicos como la necesidad de obtener el consentimiento informado (por parte de padres o tutores legales, y en el caso de niños mayores y adolescentes de ambos, padres y el propio niño), la cuantificación del riesgo, sobre todo en estudios con niños sanos, el uso de placebo y la forma de compensar, en su caso, a los niños.

- La investigación clínica debe hacerse en pacientes voluntarios, los niños, sobre todo los de menor edad pueden tener dificultades para entender en qué consiste el estudio y por razones legales serán sus padres o tutores los que deban aceptar. Los padres o tutores pueden sentirse incómodos ante la responsabilidad de tomar una decisión que puede suponer riesgos. El riesgo ligado a cualquier actividad humana se valora comparándolo con el de las actividades de la vida diaria y se valora comparándolo con los de la vida diaria. El riesgo de participar en un estudio con medicamentos está ligado a las posibles reacciones adversas y las incomodidades y el dolor producidos por la obtención de muestras de sangre u otro tipo de exploraciones. En adultos este riesgo se considera mínimo, pero el trauma que esto puede suponer para un niño hace que el riesgo deba considerarse mayor.

23. *La gráfica adjunta muestra la concentración en plasma de simvastatina (medicamento utilizado para reducir el nivel de colesterol en sangre) según se tome con agua o con zumo de pomelo. Analiza y comenta los resultados. Deduce alguna consecuencia práctica.*

- La gráfica muestra la concentración de simvastatina en plasma en función del tiempo. La curva con puntos azules (agua) alcanza un valor máximo en torno a 4 ng/ml, mientras que la curva con puntos rojos (pomelo) alcanza un valor máximo cercano a 20 ng/ml, lo que supone 5 veces más. Ese incremento en los niveles plasmáticos podría producir un mayor efecto beneficioso pero también puede producir efectos adversos (en general a mayor concentración en plasma mayor efecto

beneficioso y perjudicial). En este caso concreto el aumento de nivel plasmático incrementa el riesgo de reacción adversa.

- El fenómeno se debe a que un componente del zumo de pomelo retrasa la metabolización (destrucción) de la simvastatina y de otros fármacos.
- La consecuencia práctica es que algunos medicamentos no pueden tomarse con zumo de pomelo. Los prospectos de los medicamentos en los que se da este fenómeno deben incluir una advertencia sobre el particular.

Lo que dicen los medios

- El objetivo es insistir en la idea de la necesidad de que haya donantes para que se puedan realizar trasplantes y en la conducta solidaria que ello supone. Los datos sobre la relación entre receptor y donante ayudan a comprender que la solidaridad no se da sólo

entre familiares. La conducta solidaria será aún más importante cuando la donación la hace una persona viva. Las donaciones en este caso serán de riñón ya que cada persona dispone de dos y puede vivir normalmente con uno. También se puede donar hígado, en este caso se dona sólo una parte de forma que receptor y donante puedan seguir viviendo en condiciones aceptables.

Documento para el debate

- El debate debería destacar el hecho de que los medicamentos como bien industrial son patentables, pero que esta protección de la propiedad intelectual puede hacer que algunos grupos de población tengan dificultades para acceder a ellos. Debería discutirse sobre la relación entre patentes e investigación y desarrollo.

9 LA HUMANIDAD ANTE LOS CAMBIOS GLOBALES

Actividades pág. 197

1. Realiza una lista de tus necesidades básicas, sin las cuales no podrías vivir o realizarte como persona. Ordénalas en una escala de mayor a menor importancia, en orden ascendente y justifica tu elección. Compara tu lista con tus compañeros de clase y junto a ellos completa la siguiente lista de nueve necesidades humanas fundamentales propuestas por el economista Manfred Max-Neef.
- Se trata de reflexionar sobre el concepto de necesidad humana desde distintas perspectivas, comparando la lista elaborada de forma individual con la elaborada en grupo. Por ejemplo: si el éxito (como una de las necesidades humanas dada en la pirámide de Maslow) constituye una necesidad básica, o cómo

puede variar su significado según se viva en un país o región más desarrollado. Desde el campo de la economía existen diferentes posturas al considerar las necesidades humanas. Algunos plantean que las mismas son infinitas, o que son distintas según la cultura, la época histórica, etc. Para otros economistas, como Manfred Max-Neef, existe una confusión entre las necesidades básicas (comunes a todos los seres humanos) y los satisfactores (aquello que usamos para satisfacer la necesidad, por ejemplo, distintos tipos de ropa). Las necesidades básicas de subsistencia, protección, afecto, entendimiento, participación, ocio, creación, identidad y libertad, según Max-Neef no cambian con el tiempo ni son diferentes de una cultura a otra.

Necesidades comunes a todos los seres humanos	Ejemplos, tenemos necesidad de...
SUBSISTENCIA	Alimentarnos, tener abrigo, descanso, trabajo, salud, procreación, estar en un entorno vital y social adecuados...
PROTECCIÓN	Atención sanitaria, seguridad social, derecho al trabajo, a la salud, a la educación, a una vivienda digna...
AFECTO	Autoestima, amistad, expresar emociones, compartir, cuidar y que nos cuiden, solidaridad, respeto, tolerancia, generosidad, animales domésticos...
ENTENDIMIENTO	Conocer, educarnos, investigar, disponer de escuelas, universidades, comunidades...
PARTICIPACIÓN	Dialogar, ejercer derechos y responsabilidades, participar en comunidad, adaptarnos, trabajar...
OCIO	Jugar, reírnos, divertirnos, gozar del tiempo libre y de un medio ambiente saludable, disfrutar del paisaje, disponer de espacios de encuentro...
CREACIÓN	Imaginar, idear, construir, diseñar, inventar...
IDENTIDAD	Pertenencia a una cultura, autoestima, de integración, de compartir lenguas, costumbres, hábitos, valores, normas...
LIBERTAD	Autonomía, de equidad, de tolerancia, derecho a discrepar...

2. Explica el significado de la palabra recursos naturales. ¿Cuáles son los principales recursos que necesita el ser humano para vivir?

- Esta actividad pretende plantear la reflexión en torno al uso de los recursos, el modo en que históricamente el ser humano viene descubriendo el uso de nuevos recursos y transformando la naturaleza, y la existencia de límites en la capacidad de nuestro planeta.

Los recursos naturales constituyen el “conjunto de los elementos existentes en la naturaleza que se utilizan para satisfacer las necesidades humanas”. Comprenden los bienes y servicios indispensables para nuestra subsistencia como la energía solar, el agua, el aire, las plantas y animales con que nos alimentamos, suelos, minerales, etc. Por otra parte, la existencia de recursos naturales es una condición básica para que se desarrollen las actividades productivas.

Muchos bienes presentes en la naturaleza pasan a considerarse recursos cuando la sociedad es capaz de explotarlos técnicamente. Así ha sucedido, por ejemplo, con el petróleo, fondos marinos, uranio, etc.

Fuentes de consulta:

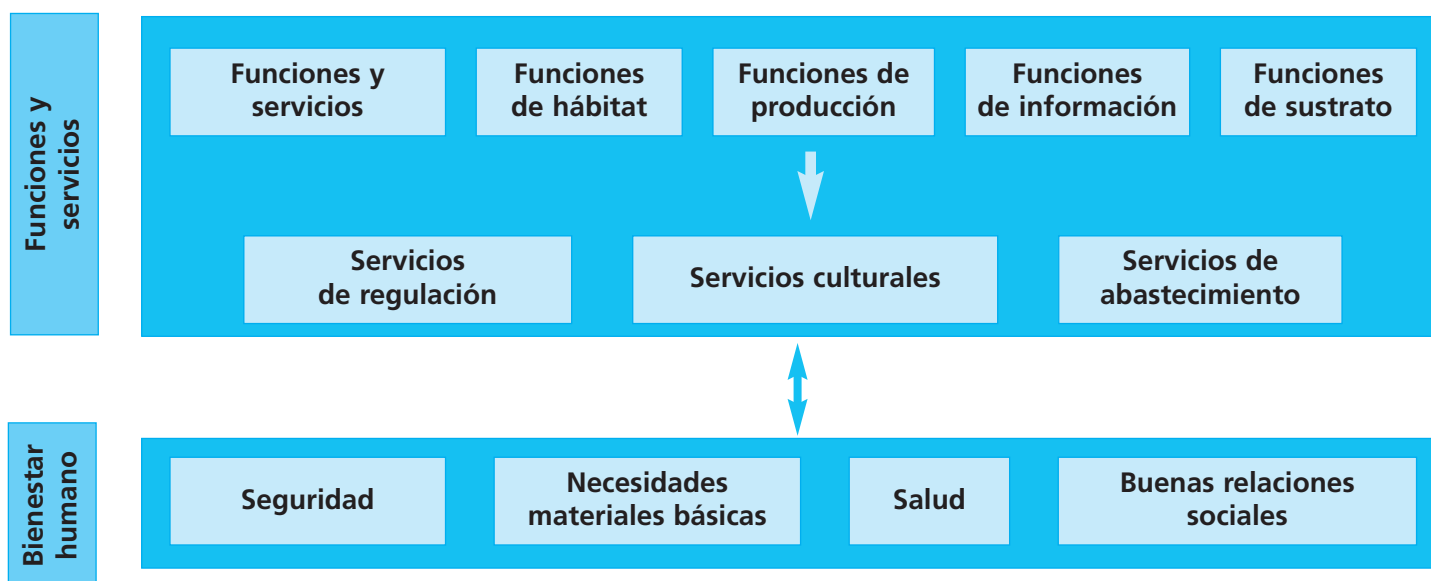
- Instituto para la sostenibilidad de los recursos (ISR). <http://www.isrcer.org/>
- CEPAL. División Recursos Naturales e Infraestructura. <http://www.eclac.cl/drni/>
- WWW España. <http://www.wwf.es>

- Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales. <http://www.wrm.org.uy/inicio.html>

3. Realiza un esquema explicando con ejemplos distintos tipos de ecosistemas que conozcas y los servicios que prestan.

Cuando respiramos, comemos, tomamos un baño, descargamos un sanitario, contemplamos un paisaje, disfrutamos el vuelo de un pájaro, estamos haciendo uso de ecosistemas. Para sobrevivir, todos los organismos necesitan relacionarse con el medio que les rodea e, inevitablemente, la vida de cada organismo afecta a la vida de los demás. Con esta actividad se pretende repasar el concepto de ecosistema (conjunto de seres vivos que ocupan un espacio natural y las relaciones que se establecen entre ellos y el medio en el que viven, esto es biocenosis + biotopo) y los servicios que prestan los ecosistemas (abastecimiento, regulación y culturales) que afectan directamente a las personas, y los servicios de apoyo que son necesarios para mantener los demás servicios (bases del funcionamiento del ecosistema).

El ecosistema proporciona servicios al sistema social transportando materia, energía e información hacia el sistema social, para satisfacer las necesidades de las personas. Estos servicios incluyen el agua, combustibles, alimentos, materiales para confeccionar vestimentas, materiales de construcción, elementos para disfrutar del ocio, etc.





4. Indica si las siguientes proposiciones son verdaderas o falsas. Reescribe las falsas para que resulten verdaderas:

- a) La atmósfera actual está compuesta principalmente de oxígeno.
- b) El medio ambiente no incluye componentes sociales sino solamente componentes naturales.
- c) El 67% del agua que cubre la Tierra se encuentra en los océanos.

d) El agujero de la capa de ozono está originado por el aumento del efecto invernadero.

e) Los cambios experimentados en el clima global se deben fundamentalmente al aumento de la concentración de gases de efecto invernadero.

- a) Falso. La atmósfera en la actualidad está compuesta principalmente por nitrógeno (78,08%).
- b) Falso. El medio ambiente incluye factores

físicos, químicos, biológicos, sociales, culturales, económicos, éticos y estéticos.

- c) Falso. El 97% del agua que cubre la Tierra se encuentra en los océanos.
- d) Falso. El agujero de la capa de ozono se ha producido debido a la reacción del ozono con compuestos clorofluorocarbonados (CFC).
- e) Verdadero.

5. *En la siguiente gráfica se detallan los valores de la huella ecológica en el año 2003 para diferentes regiones del mundo, según datos aportados por el informe Planeta Vivo (2006).*

a) *¿Cómo se calcula la huella ecológica de una región?*

b) *Interpreta el significado de las cantidades positivas y negativas que se muestran en la gráfica.*

- a) La Huella Ecológica mide la superficie necesaria para producir los recursos que una población humana (o de un individuo) consume, así como el área necesaria para la absorción de los residuos que genera. A grandes rasgos el cálculo consiste en contabilizar el territorio necesario (por habitante) para satisfacer sus consumos. Para ello se determina la equivalencia en hectáreas de cultivos, pastos, bosques y mar productivo necesarias para la alimentación, vivienda, transporte y servicios del individuo o grupo humano, así como el área de territorio necesaria para absorber sus emisiones de dióxido de carbono.

Los detalles del consumo que se consideran pueden verse en el cálculo de la HE.
http://www.myfootprint.org/en/visitor_information/

- b) Las diferencias entre la huella ecológica de una región (barras sólidas) y su biocapacidad (líneas punteadas) es equivalente a su reserva (positiva) o a su déficit (negativo) ecológico. Mientras Norteamérica y la Unión Europea presentan los mayores niveles de déficit o sobrecarga ecológica (−3.71 y −2.64, respectivamente) las zonas que son consideradas verdaderas reservas de la biosfera se encuentran

en regiones de Iberoamérica y el Caribe (+3.42).

6. *En España se ha publicado en el año 2007 un primer informe titulado “La huella ecológica como elemento de valoración integrada de la sostenibilidad del desarrollo”.*

a) *¿Cuáles son las comunidades con mayor valor y menor valor de HE?*

b) *¿En qué comunidades autónomas se registra la mayor variación de la HE entre 1995 y 2005? ¿Y de c. ecológica?*

c) *¿A qué atribuyes esta diferencia?*

- a) Aragón (7.25 Ha/persona) y Cantabria (7.02 Ha/persona) son las dos comunidades con mayor valor de huella ecológica. Canarias con el valor 5.11 Ha/persona es la de menor valor, aunque es importante tener en cuenta que en el mundo existen solamente 2.1 hectáreas de espacio biológicamente productivo disponible para cada persona en la Tierra y que la Huella Ecológica promedio mundial es de 2.9 hectáreas por persona.
- b) En el intervalo 1995-2005 las comunidades que han incrementado más su HE son Aragón y Castilla-La Mancha (1,19 Ha/persona) y Madrid (1,17 Ha/persona). Las comunidades que han incrementado más su capacidad ecológica han sido: Cantabria (1,45), Castilla León (0,90) y Galicia (0,68).
- c) Aunque no se puedan determinar con seguridad las causas de tales diferencias, esta actividad tienen por finalidad *emitir hipótesis* considerando el mismo concepto de HE y su manera de calcularla. En el valor de HE influyen por ejemplo: el aumento de la actividad urbanística, la forma de transporte (no es lo mismo ir en bus que en coche o bicicleta), las políticas de emisiones de dióxido de carbono, políticas de reforestación, el nivel de desertificación del lugar, etc. Se puede realizar una pequeña investigación buscando noticias periodísticas en el intervalo considerado.

(Ver tabla en pág. siguiente)

Comunidad	1995	2005	Diferencia
Andalucía	4,81	5,63	0,82
Aragón	6,06	7,25	1,19
Asturias	5,70	6,74	1,04
Balears (Illes)	4,78	5,91	1,13
Canarias	4,21	5,11	0,90
Cantabria	6,08	7,02	0,94
Castilla y León	4,84	5,75	0,91
Castilla-La Mancha	5,26	6,45	1,19
Cataluña	5,49	6,43	0,94
Comunidad Valenciana	5,56	5,94	0,38
Extremadura	4,81	5,50	0,69
Galicia	5,49	6,64	1,15
Madrid	5,58	6,75	1,17
Murcia	5,73	6,05	0,32
Navarra	6,27	6,96	0,69
País Vasco	6,38	6,48	0,10
La Rioja	6,54	6,54	0,00
Ceuta	4,98	5,87	0,89
Melilla	4,92	5,80	0,88
ESPAÑA	5,37	6,40	1,03

Estudio de un caso práctico pág. 198

Este caso se aproxima a lo que sucede en realidad en España y es muy adecuada para usar técnicas de juego de roles (*role playing*) y simulación, incluyendo debates. Se presta para analizar con detenimiento las características de la energía nuclear, debatir y argumentar científicamente sus ventajas y desventajas. Para el caso que se expone, puede organizarse una comisión con representantes del pueblo: el alcalde, un encargado de explicar características técnicas (seguridad de una instalación como la que se pretende, por ejemplo); un representante del Consejo de Seguridad Nuclear, otro/s de una comisión vecinal, etc.

Puede realizarse una matriz para la toma de decisiones basada en múltiples criterios, esto es, realizar un listado de los aspectos a tener en cuenta y que lue-

go cada uno de los participantes realice una ponderación (valorando, por ejemplo de 1 a 5 su grado de acuerdo; 1 = en desacuerdo a 5 = completamente de acuerdo).

Buscar fuentes adicionales de consulta para el debate: Enresa proyecta instalar un almacén nuclear en la central de Ascó.

<http://www.lavanguardia.es/lv24h/20080425/53457670842.html>.

Criterios (ejemplos)	1	2	3	4	5
¿El lugar para el emplazamiento es adecuado?					
¿Podría haber riesgos naturales (catástrofes como una inundación, un tornado) u otro tipo de riesgo inducido por el ser humano (ataque)?					
¿Presenta riesgos sísmicos?					
¿Los vecinos están de acuerdo con el sitio?					
¿Alteraría el paisaje?					
¿Representa muchas ventajas económicas para el pueblo (p. e., empleo)?					
¿Mejora la comunicación (se crearían nuevas vías de transporte)?					
¿Afecta los hábitos (la forma de vida) de las personas del pueblo?					
¿Están de acuerdo con el plazo de funcionamiento del ATC?					
Otros aspectos...					

10 EL CAMINO HACIA LA SOSTENIBILIDAD

Actividades pág. 212

1. El desarrollo es el proceso que consiste en promover el bienestar de las personas, lo que implica (señala con una cruz las opciones correctas):
 - a) Explotar al máximo la productividad de los ecosistemas.
 - b) Alcanzar un crecimiento económico a corto plazo en las regiones más pobres.
 - c) Potenciar las capacidades y oportunidades de los pobres y las comunidades marginadas.
 - d) Reducir y gestionar los riesgos.
 - e) Adoptar una visión a largo plazo con respecto a la equidad entre las actuales generaciones y a las que vendrán en el futuro.

- Opciones correctas: c, d y e.

2. Indica si las siguientes proposiciones son verdaderas o falsas. Reescribe las falsas para que resulten verdaderas:
 - a) El concepto de desarrollo sostenible fue introducido en el Informe Nuestro Futuro Común.
 - b) Según el modelo World-3 presentado en el estudio "Los límites del crecimiento" la población humana alcanzaría su punto máximo hacia el año 2100.
 - c) Uno de los principios fundamentales de sostenibilidad reside en que nuestro consumo de recursos materiales, hídricos y energéticos renovables no supere la capacidad de los sistemas naturales para reponerlos.
 - d) La Agenda 21 es un plan de acción para el desarrollo sostenible establecido en la Cumbre de Johannesburgo.
 - e) La financiación de los planes establecidos para alcanzar los Objetivos del Milenio proviene enteramente de las Naciones Unidas.
 - f) La erradicación de la pobreza y el hambre es uno de los objetivos clave dentro de los Objetivos del Milenio.
 - g) El crecimiento económico implica lograr un mayor nivel de desarrollo humano
 - h) La Carta de la Tierra es un convenio establecido para afrontar el problema del cambio climático

- i) El transporte por carretera es la actividad que genera más emisiones de dióxido de carbono en España.

Verdaderas a, c, f.

- b) Según el modelo World-3 presentado en el estudio Los límites del crecimiento la población humana alcanzaría su punto máximo entre los años 2010 y 2020.
 - d) La agenda 21 es un plan de acción para el desarrollo sostenible establecido en la CNUMAD o Cumbre de Río en 1992.
 - e) La financiación de los planes establecidos para alcanzar los Objetivos del Milenio proceden de la ayuda al desarrollo de algunos países, entidades privadas y ONGs. En el año 2002 se realizó la Conferencia Internacional sobre la Financiación para el Desarrollo en Monterrey (México), asignándose medidas y recursos para el cumplimiento de los ODM.
 - g) Aunque a través de los medios y de algunos sectores económicos se sostiene esta afirmación, no está demostrado que a mayor crecimiento económico corresponda un mayor nivel de desarrollo humano (incluso hay ejemplos que lo contradicen).
 - h) La Carta de la Tierra es una declaración de valores y principios establecida oficialmente por la UNESCO en el año 2000.
 - i) Las actividades industriales son las que generan más emisiones de dióxido de carbono en España. Se puede consultar el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (EPER) <http://www.eper-es.es/ver.asp?id=1301&Doc=1304>
3. Históricamente, la última dimensión en aplicarse de los derechos humanos ha sido la solidaridad. ¿Por qué?
 - En primer lugar, merece la pena detenerse en ver que la conquista de derechos universales es parte de un proceso: la Declaración Universal de Derechos Humanos tiene apenas 60

años y no está vigente ni es compartida en la totalidad de regiones de nuestro planeta. Los primeros en aparecer fueron los derechos individuales, luego siguieron los sociales. Los denominados derechos de solidaridad aparecen como consecuencia de las desigualdades en el desarrollo de distintas regiones y países del mundo. Otra razón es la aparición de inseguridades y formas de violencia que traspasan las fronteras de los países. Accidentes como el de la central nuclear de Chernobyl o el derrame del Exxon-Valdez en la costa de Alaska en 1989 representan situaciones que han afectado al ambiente de una manera global (todavía se está recuperando de sus efectos). La solidaridad es un valor fundamental para el derecho al desarrollo que poseemos todas las personas, independientemente del lugar en que nos ha tocado vivir. Así, por solidaridad nos responsabilizamos de que, por ejemplo, todos los pueblos y las personas tenemos derecho al acceso al aire, al agua, a un medio ambiente adecuado (y no sólo para nuestra supervivencia sino también para la de otros seres vivos y para la de las futuras generaciones que habitarán nuestro planeta).

4. *¿Qué significa ser un consumidor responsable? Elabora un listado de acciones para optimizar el consumo (ten en cuenta la satisfacción de tus necesidades, tales como consumo de agua, energía, alimentos, productos de ocio, etc.).*

- Las decisiones más sencillas, las que tomamos todos los días, definen cómo se aprovecha o se perturba la naturaleza. Son decisiones simples, relacionadas con lo que comemos, el modo en que nos transportamos, cómo compramos, cómo producimos y tiramos la basura, cómo utilizamos el agua y la energía eléctrica, en qué invertimos nuestro esfuerzo, dinero y confianza. Esas mínimas decisiones, sumadas a las de millones de personas, son fundamentales.
- Un consumidor responsable:
 - **regula** su consumo,
 - realiza sus compras de manera **consciente** (se pregunta de dónde viene y en dónde

terminará lo que compra),

- es **equilibrado**: se complace pero al mismo tiempo sabe autolimitarse,
- busca, al satisfacer sus propias necesidades, ser **solidario** con los productores,
- **intenta** que su consumo ayude a preservar los recursos naturales para el disfrute de las siguientes generaciones,
- se da cuenta de que comprar es un **acto político** con sentido humano.
- **¿Qué podemos hacer? (Ejemplos)**
 - Sustituir el baño por una ducha rápida (cerrar el grifo al enjabonarnos).
 - Cerrar el grifo al cepillarte los dientes, fregar los platos...
 - Usar inodoros con descarga ecológica
 - No dejar grifos goteando.
 - Escoger electrodomésticos que sean eficientes energéticamente. Hay lavadoras y lavavajillas que permiten lavados con media carga de agua (se ahorran de 30 a 50 litros por lavado)
 - No tirar residuos tóxicos (aceites, pinturas, disolventes, corrosivos...) a los desagües.
 - Utilizar detergentes biodegradables.
 - Apagar las luces innecesarias y aprovechar al máximo la luz natural.
 - Utilizar bombillas de bajo consumo.
 - Aislar la vivienda.
 - Requerir de la administración ayudas para cambiar los equipos de calefacción antiguos y contaminantes por otros que emplean energías renovables.
 - No encender aparatos eléctricos si no los necesitas.
 - No duplicar innecesariamente los electrodomésticos existentes en las casas (televisores por ejemplo).
 - Comprar productos generados en el propio entorno local, ya que son más frescos, y requieren menos envoltorios que los alimentos importados de otros lugares lejanos.

- Consumir alimentos ecológicos.
- Realizar compras en establecimientos de comercio justo.
- Reducir el consumo de “superenvasados”.
- Consumir preferentemente frutas y verduras de temporada.
- No consumir “pezqueñines”.
- Reemplazar en distancias cortas, el uso del coche por caminar o ir en bicicleta.
- Utilizar los transportes públicos, es la mejor medida para descongestionar el tráfico en la ciudad y hacerla más habitable.
- Exigir mejores transportes públicos a precios populares o gratuitos, con más unidades, servicios diurnos y nocturnos,

silenciosos y no contaminantes.

- Aplicar la regla de las R (reducir, reutilizar, reemplazar, reciclar).

Un trabajo muy interesante para realizar es una ecoauditoría de la escuela (diagnosticar la gestión del agua y, a partir de ahí, crear un plan de acción para mejorar nuestra actitud con respecto al agua). Ejemplo: <http://dgrechid.caib.es/eco-auditoria/materials.es.htm>

5. Los envases de plástico suelen tener etiquetas con la clasificación de 1 a 7 adoptada a nivel mundial con el objetivo de identificar la mayor o menor facilidad para el reciclado y su grado de inocuidad para el uso humano (de menor a mayor). La clasificación es la siguiente:

Polietileno	PET	Botella de agua mineral, botella de gaseosa, bandejas
Polietileno de alta densidad	PEAD PE-HD	Botella de agua oxigenada, botella de suavizante, crema bronceadora, bote para guardar carretes de fotografía
Policloruro de vinilo	PVC	Manteles, tubos de fontanería, marcos de ventana, maletas
Polietileno de baja densidad	PEBD	Bolsas, sobres comerciales transparentes, cajas
Polipropileno	PP	Envase de helado, envase de yogur, envases de alimentos, cantimplora
Poliestireno	PS	Vasos, hueveras, maquetas para montar, envases para insumos de informática, juguetes
Otros	Resinas epoxídicas poliuretano	Tapicería, aplicaciones de grifería de fregaderos y baños, gafas protectoras

6. *Describe y pon ejemplos mostrando diferentes relaciones entre los siguientes problemas y las medidas que se pueden adoptar para solucionarlos, desde la perspectiva de las dimensiones de la sostenibilidad: a) uso y gestión del agua, b) gestión de residuos c) conservación de la biodiversidad.*

- En esta actividad se pretende mostrar la complejidad e interdependencia de muchos de los problemas que existen a nivel planetario (y también de las medidas a adoptar para solucionarlos). Para el caso del uso y gestión del agua puede ser muy útil y didáctico consultar la Carta de Zaragoza 2008 (se adjunta en el CD con fuentes de consulta), y destacar/subrayar los párrafos que se correspondan con las distintas dimensiones analizadas. Este documento fue presentado en la ceremonia de clausura de la Expo Zaragoza el 14 de septiembre de 2008 y sintetiza las conclusiones aportadas por más de 2.000 expertos de diversas áreas de conocimiento.

A modo de ejemplo:

– **En lo político:**

- El acceso al agua potable y al saneamiento es un derecho humano que debe ser garantizado por los poderes públicos.
- Para la gestión integrada del agua y la sostenibilidad es imprescindible el fortalecimiento de su **buen gobierno** en todos los niveles, lo que implica la mayor participación y corresponsabilidad de la sociedad.
- Los ciudadanos deben participar como corresponsables en la gestión integrada del agua y la sostenibilidad.
- Es necesaria la participación ciudadana en la toma de decisiones. Por ejemplo, sobre los trasvases de agua, la construcción de diques/embalses, la instalación de desaladoras, etc.

– **En lo social:**

- La demanda de agua seguirá creciendo, principalmente por los incrementos demográficos y causas económicas, lo que pue-

de implicar un aumento de la 'huella hídrica'. Es imprescindible generar una nueva "cultura para el uso, el consumo y la gestión del agua" en las sociedades.

- Las soluciones y los modelos de gestión hídrica deben adaptarse a los niveles de desarrollo, cultura, y capacidades sociales y económicas de cada territorio y sociedad.
- Hay que impulsar una gestión del agua participativa, eficiente y solidaria, de modo que fomente la responsabilidad individual y colectiva, mediante el desarrollo compartido de conocimiento y experiencias.
- La intervención pública debe tomar la iniciativa para promover la legislación y la estructuración adecuadas de los derechos de agua.

– **En lo cultural:**

- Para avanzar hacia una nueva cultura del agua, hay que impulsar la educación y la difusión de buenas prácticas, que los ciudadanos asuman que el agua es un patrimonio de la humanidad.
- La educación, la cultura, la comunicación y la participación han de ser ejes de transformación de la gestión de los recursos hídricos en todo el mundo.

– **En lo ecológico:**

- Es necesario gestionar el agua con modelos en los que se tenga en cuenta el equilibrio ecológico global del planeta.
- El agua y los ecosistemas de la Tierra deben ser preservados y protegidos.
- Tanto las zonas urbanas como rurales han de tener acceso al agua potable.
- Las predicciones indican que el cambio climático es capaz de modificar la disponibilidad y las necesidades de agua en todo el planeta.

– **En lo tecnológico:**

- La investigación, el desarrollo y la innovación son pilares fundamentales que sustentan el conocimiento, el hallazgo de

soluciones, el bienestar y la sostenibilidad en materia hídrica.

- Es necesario incentivar la investigación, el desarrollo y la innovación en cuanto concierne al agua y se acelere la transferencia de sus resultados y beneficios a la sociedad.
 - Hay que impulsar tecnologías que permitan el ahorro en depuradoras y renovación del agua.
 - Producir agua dulce a partir del agua salada y de la niebla y, además, regenerar y reutilizar el agua a precios razonables y con menores impactos ambientales.
- **En lo institucional:**
- Establecer un marco normativo del agua de desarrollo sostenible.
 - Cumplir con los compromisos con el agua asumidos a través de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.
 - Las administraciones públicas deben garantizarlos los servicios de provisión de agua con tarifas justas.
 - Promover alianzas público-privadas que permitan aunar esfuerzos para conseguir que el abastecimiento y el saneamiento universales sean una realidad.
- **En lo económico:**
- El agua desempeña una función fundamental en la producción y transferencia de energía (esto ha de hacerse de acuerdo a los principios de la sostenibilidad).
 - Hay que hacer un uso eficiente del agua

en actividades fundamentales, como p. e., la producción de alimentos.

- La inversión en infraestructuras de agua en los países en desarrollo es indispensable para la reducción de la pobreza y para avanzar hacia un desarrollo sostenible.
- **En lo ético:**
- Es necesario establecer prioridades y compromisos de interés general para la humanidad en torno al agua, fundados en los principios éticos de sostenibilidad, transparencia y equidad intra e intergeneracional.
 - Las personas debemos asumir que el agua es, además de un recurso de uso humano, un patrimonio de todos los seres vivos.
 - El acceso al agua es un derecho humano fundamental. Pero el uso del agua supone derechos y responsabilidades.
 - El abastecimiento y tratamientos de los residuos del agua han de ser justos.
 - Es necesario asistir a los países que demanden apoyo en materia de gestión integrada del agua.

Estudio de un caso práctico pág. 213

Para esta actividad hay que buscar fuentes de información siguiendo sus orientaciones según la localidad en la que se resida (en ayuntamientos, por ejemplo).

11

DEL HACHA A LA FIBRA ÓPTICA

Actividades pág. 235

1. *Elabora una lista de objetos de uso común que se encuentran en tu casa, e indica de que material o materiales están hechos.*

- En el texto el libro aparece un ejemplo de cómo, en una habitación, pueden identificarse distintos tipos de materiales.

2. *Identifica, en el listado elaborado en la actividad 1, los metales empleados, y en que otros objetos se usan.*

- Los metales más comunes empleados en objetos domésticos son el hierro y sus aleaciones, es decir, los aceros, el cobre y sus aleaciones, entre las que están el latón (aleación de cobre y zinc) y el bronce (aleación de cobre y estaño), y el aluminio y sus aleaciones. Es posible que algunos estudiantes mencionen, también, el oro, la plata, el platino y el titanio, empleados en joyería.

3. *Identifica, en el listado elaborado en la actividad 1, los materiales cerámicos empleados, y en que otros objetos se usan.*

- Los materiales cerámicos más comunes son la arcilla cocida (baldosas, ladrillos, tejas, jarrones, cazuelas), la loza y la porcelana (vajilla, artículos decorativos) y el gres (empleado en pavimentos). También se consideran materiales cerámicos el vidrio y el cemento. Entre las cerámicas técnicas es posible que se mencionen las ferritas, que se emplean en imanes, transformadores magnéticos y en núcleos de memorias magnéticas

4. *Identifica, en el listado elaborado en la actividad 1, los polímeros empleados, y en que objetos se usan.*

- Los polímeros termoplásticos son aquellos que pueden fundirse por calentamiento, y son los más comunes en objetos de uso diario. Entre los termoplásticos más comunes tenemos el polietileno (bolsas para supermer-

cados, envases de detergentes y lejía, macetas), el polipropileno (juguetes, botellas, contenedores de alimentos que se congelan o se calientan en microondas...), el poliestireno (carcasas de televisores e impresoras, maquinillas de afeitar desechables, cajas de CD, bandejas de carne de los supermercados, envases de productos lácteos), el policloruro de vinilo (envases, ventanas, tuberías, cables, juguetes, calzados, pavimentos, recubrimientos,...), el polietilentereftalato (envases de bebidas y tejidos), y el polimetilmetacrilato (cristaleras, vitrinas, mobiliario, lentes de contacto, urnas, ...).

- Los polímeros termoestables son aquellos que, al calentarse, se degradan. Entre ellos tenemos la baquelita (asas de cacerolas y mangos de sartenes), melamina (tableros), resinas epoxi (adhesivos)...

5. *Coged una cámara de fotos y hacer algunas que ilustren ejemplos de corrosión en metales.*

- La corrosión se pone de manifiesto, en el hierro y los aceros, por la aparición de la herrumbre; en el caso del cobre y sus aleaciones, por la aparición del verdín; en el caso del aluminio, cuando está en contacto con otros metales, por una progresiva desaparición de partes de la pieza.

6. *Los microprocesadores se emplean en muchas aplicaciones, además de en los ordenadores. Buscad información sobre algunas aplicaciones comunes de los microprocesadores.*

- Los microprocesadores se emplean no solo en ordenadores, dispositivos que pueden desarrollar muchas tareas dependiendo del programa, sino también en lo que se denominan sistemas embebidos, circuitos electrónicos diseñados para realizar funciones específicas. Estos sistemas embebidos controlan muchos dispositivos muy comunes en la actualidad. Estos sistemas están incluidos en aparatos

portátiles, como relojes digitales o reproductores MP3, hasta aparatos enormes y estacionarios, como los controladores de luces de tráfico o los sistemas de control de centrales nucleares: teléfonos móviles, routers, PDAs, consolas de videojuegos, cámaras digitales, reproductores de DVD, GPSs, impresoras, hornos microondas, lavadoras, lavavajillas, termostatos, domótica, coches (en sistemas ABS, ESP y de inyección de combustible...)

7. *Realizad una encuesta entre las personas de vuestro entorno para ver si algunas de ellas tienen alguna pieza de biomateriales en sus cuerpos (implantes dentales, implantes de cadera, expansores de vasos sanguíneos, clavos, marcapasos,...).*

- Se trata de identificar aplicaciones de los biomateriales en el entorno. Lo normal es que se citen los implantes dentales, pero es posible que aparezcan algunas de las demás aplicaciones.

8. *Busca información sobre algún metal común y sus aleaciones, y ver también cuáles son sus propiedades y sus aplicaciones (restringir la búsqueda a uno de los metales siguientes: hierro, cobre, aluminio).*

- La información contenida en los artículos de la wikipedia referidos a las propiedades y las aplicaciones de estos metales y sus aleaciones es más que suficiente para cubrir los objetivos de esta cuestión.

9. *Busca información sobre las cerámicas más comunes, así como sus propiedades y aplicaciones (restringir la búsqueda a uno de los siguientes materiales cerámicos: loza, porcelana y vidrio).*

- La información contenida en los artículos de la wikipedia referidos a las propiedades y las aplicaciones de estos materiales es más que suficiente para cubrir los objetivos de esta cuestión.

10. *Busca información sobre los polímeros más comunes: tipos, propiedades y aplicaciones (restringir la búsqueda a uno de estos tipos: termoplásticos, termoestables, elastómeros y fibras).*

- La información contenida en los artículos de la wikipedia referidos a las propiedades y las aplicaciones de estos materiales es más que suficiente para cubrir los objetivos de esta cuestión.

11. *¿Podéis identificar alguna material compuesto entre los que aparecen en la lista elaborada en la actividad 1?*

- No es fácil identificar materiales compuestos, dado que se usan en actividades específicas y, además, porque prácticamente nada en su aspecto permite diferenciarlo de los demás tipos de materiales. Los plásticos reforzados con fibras de vidrio se emplean para fabricar tablas de surf, lanchas, piscinas, tanques de agua, tanques y tuberías para líquidos corrosivos, guardabarros, parachoques,...
- Los plásticos reforzados con fibras de carbono tienen algunas aplicaciones que tienen que ver con el deporte: cañas de pescar, raquetas, bicicletas, piezas para coches de fórmula 1... Además, también se emplean para obtener piezas para aviones, y se están introduciendo en la fabricación de piezas para coches.
- El aglomerado es, tal vez, el material compuesto más común: un conjunto de virutas de madera encoladas a presión. Se fabrican de diferentes tipos en función del tamaño de sus partículas, de su distribución por todo el tablero, así como por el adhesivo empleado para su fabricación. Por lo general se emplean maderas blandas más que duras por facilidad de trabajar con ellas, ya que es más fácil prensar blando que duro. Los aglomerados son materiales estables y de consistencia uniforme, tienen superficies totalmente lisas y resultan aptos como bases para enchapados.
- Finalmente, los panelados de madera se han empleado en puertas: una estructura central en panel de abeja, recubierta por chapas de madera; el resultado son puertas de bajo peso y bajo coste. El mismo principio se usa en otras aplicaciones, empleando otros materiales. Se emplean dos láminas exteriores de elevada dureza y resistencia (normalmente plásticos reforzados o titanio), separadas por

un material menos denso y menos resistente (polímeros espumosos, cauchos sintéticos, madera balsa o cementos inorgánicos). Estos materiales se utilizan con frecuencia en construcción o en la industria, por ejemplo.

12. *Identificad, entre la lista de materiales elaborada en la actividad 1, cuáles de ellos se emplean como materiales estructurales.*

- Los materiales estructurales son aquellos que se emplean por sus propiedades mecánicas, es decir, por cómo se comportan cuando sobre ellos se aplica una fuerza. La mayor parte de materiales de la lista serán, probablemente, materiales estructurales, ya que los materiales funcionales suelen estar dentro de aparatos.

13. *Identificad, entre la lista de materiales elaborada en la actividad 1, cuáles de ellos se emplean como materiales funcionales, y en que propiedades se basa esa aplicación.*

- Como acabamos de comentar, los materiales funcionales están contenidos dentro de aparatos así que, si a la hora de elaborar la lista, los estudiantes no se han preguntado sobre como funcionan los aparatos, es probable que en la lista no aparezcan materiales funcionales. Además, la identificación de estos materiales es difícil: se reconoce a simple vista que un mueble está hecho de madera, o una estantería de acero galvanizado pero, ¿de qué materiales está hecho un microprocesador, o una cinta de video, o un DVD? Si vamos a las propiedades ópticas, tenemos el ejemplo de las pantallas de ordenadores: hasta hace poco, estas pantallas eran tubos de rayos catódicos, y unos materiales clave para su funcionamiento eran los fósforos que están en la superficie de la pantalla, que emiten luz de distintos colores cuando sobre ellos impactan los electrones acelerados por los tubos. En el caso de las pantallas de cristales líquidos, éstos son los materiales fundamentales: compuestos orgánicos que fluyen como líquidos pero que tienen un orden, como los sólidos, y con los que pueden construirse dispositivos en el que la aplicación de un pequeño campo eléctrico hace que estos materiales dejen o no pasar la luz. En cuanto a las pro-

piedades magnéticas, tenemos los imanes que permiten el cierre de las puertas de las neveras, o los materiales magnéticos que, depositados sobre una cinta de plástico o sobre una lámina de aluminio, permiten el almacenamiento de información en cintas de video o en discos duros. En el caso de las propiedades eléctricas, tenemos el caso de la conducción de la electricidad a través de cables de cobre, o el funcionamiento de los microprocesadores de los ordenadores. Finalmente, en cuanto a las propiedades térmicas, los materiales más comunes que se emplean por estas propiedades son los aislantes térmicos. Son materiales empleados en construcción y que actúan como barreras al paso de calor. Son, normalmente, materiales porosos o fibrosos, capaces de inmovilizar el aire confinado en el interior de celdillas más o menos estancas: lana de roca, fibra de vidrio, vidrio expandido, poliestireno expandido, espuma de poliuretano, aglomerados de corcho, etc.

14. *Buscad información sobre los materiales compuestos más comunes (restringir la búsqueda a uno de estos tipos: materiales plásticos reforzados con fibras de vidrio, de carbono, aglomerados y panelados de madera).*

- Se puede encontrar información sobre materiales compuestos en wikipedia.

15. *Los materiales estructurales se emplean por sus propiedades mecánicas. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas más comunes?*

- Algunas propiedades mecánicas importantes son la elasticidad, la plasticidad, la dureza, la fragilidad,... Un material es **elástico** si puede recuperar su forma después de que haya dejado de aplicarse la fuerza que lo estaba deformando. Un material es **plástico** si, cuando se deja de aplicar la fuerza que lo deforma, no recobra su forma original. Un material es **dúctil** si puede estirarse para formar alambres. Un material es **maleable** si puede extenderse en láminas. Un material es **duro** si opone una resistencia al rayado o la penetración por otro material. Un material es **frágil** si, por aplicación de una fuerza brusca, se rompe en pedazos.

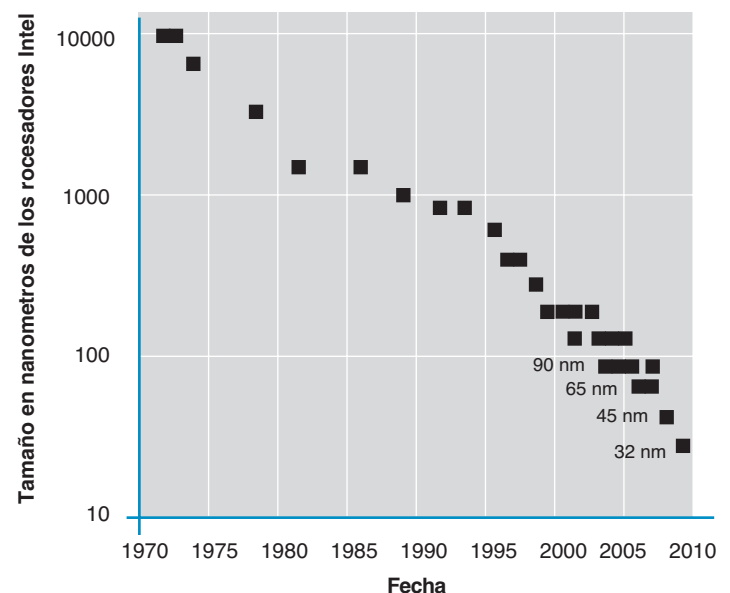
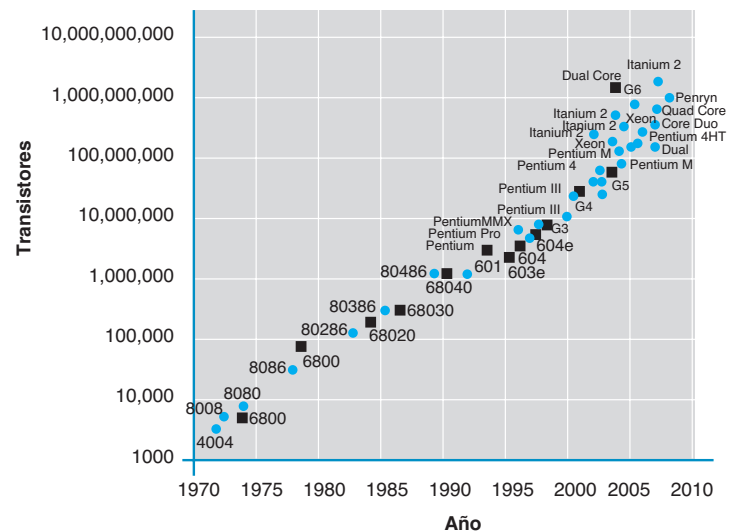
16. ¿Cuáles son las propiedades térmicas, eléctricas, magnéticas y ópticas de los materiales, y las aplicaciones basadas en ellas? Restringid la búsqueda a uno de esos tipos de propiedades.

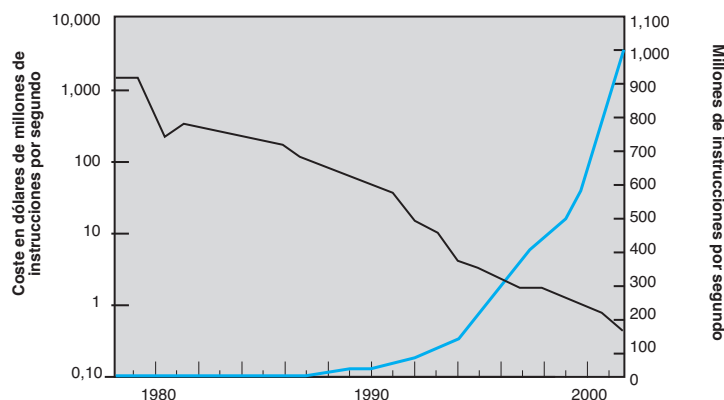
- En el caso de las propiedades eléctricas, éstas describen como responde un material cuando se somete a la acción de un campo eléctrico. De acuerdo con esa respuesta podemos distinguir entre materiales **conductores**, **superconductores**, **semiconductores** y **aislantes**. Las propiedades térmicas describen cómo se comportan los materiales cuando se les aplica calor. Hablamos, así, de capacidad de almacenamiento de calor, o de capacidad de conducción de calor. Las propiedades magnéticas describen cómo reaccionan los materiales cuando se les aplica un campo magnético. Hay materiales que se ven atraídos por los campos magnéticos: éstos son los materiales **ferromagnéticos**. Finalmente, las propiedades ópticas dan cuenta de la reacción de los materiales cuando incide la luz sobre ellos. Hablamos de materiales **opacos**, de materiales **transparentes**.

17. Buscad como ha evolucionado la capacidad de los microprocesadores con el tiempo.

- Gordon Moore, confundador de Intel, realizó en 1965 una observación empírica sobre el ritmo al que avanzaba la tecnología de los microprocesadores. De forma simplificada, la ley de Moore establece que el número de transistores integrados en un procesador crece de forma exponencial, y que ése número se duplica cada 18 meses, más o menos. Su observación, y su predicción, se ha cumplido razonablemente bien durante los últimos 40 años. En estos momentos estamos en microprocesadores con mil millones de transistores. Y esto ha sido posible gracias a que los tamaños de los distintos componentes electrónicos se ha hecho cada vez más pequeño. En 1972, Intel trabajaba con una tecnología de 10.000 nm. En 1989, con una tecnología de 1.000 nm. En el año 2003, 90 nanómetros. En la actualidad ya se trabaja con la tecnología de 45 nanómetros (400 a 800 millones de transistores en los procesadores dual core o quad

core; ya hay procesadores con más de 1000 millones de transistores). E Intel ya ha demostrado que puede emplear tecnología de 32 nm para hacer chips de memoria, y espera poner en el mercado microprocesadores basados en esta tecnología en el año 2009. Pero, además, ha habido un aumento espectacular de la velocidad de estos dispositivos, es decir, del número de operaciones por segundo que pueden realizar. Y también ha habido una disminución espectacular del coste de estos dispositivos. Todos estos factores han permitido el desarrollo de los ordenadores personales.





18. ¿Cómo se almacena la información en un disco magnético? ¿Y en un CD?

- Existen distintos materiales que, cuando son sometidos a la acción de un campo magnético, se comportan como imanes, es decir, adquieren una imanación permanente. La dirección del campo magnético aplicado es la que determina cómo el imán formado está orientado en el espacio. El almacenamiento magnético de información se basa, precisamente, en este hecho. La aplicación de un campo magnético fuerte, localizado, sobre una región de una capa delgada de un material ferromagnético crea un imán. Aplicando un campo magnético opuesto al primero formamos un dominio en un sentido opuesto. Si el primer sentido representa un uno y el sentido opuesto es un cero, podemos escribir sobre esa capa magnética un patrón de unos y ceros: escribimos información en lenguaje binario. El desarrollo de nuevos materiales ha permitido disminuir el tamaño ocupado por los bits de información. Esto ha permitido aumentar la densidad de almacenamiento de información. En el caso de los discos duros actuales, el medio magnético es una capa delgada continua de una aleación de cobalto y níquel depositada sobre un disco de aluminio.
- El almacenamiento de información en un cd-rom y en un dvd se explican en el libro, en las páginas 272 y 273.

19. ¿En qué aplicaciones podrían emplearse los materiales autolimpiantes?

- Diversas compañías comercializan vidrios autolimpiantes para ventanas, recubierto con

una capa nanométrica de dióxido de titanio. El recubrimiento trabaja de dos formas distintas. Primero, el dióxido de titanio absorbe la radiación ultravioleta de la luz solar y, en esas condiciones, este compuesto es capaz de catalizar la oxidación de las sustancias orgánicas que están sobre el material. La segunda forma de trabajar se produce cuando el agua incide sobre la superficie del material. El recubrimiento de dióxido de titanio hace que la superficie sea hidrofílica. Esto quiere decir que el agua, en lugar de formar gotas, se extiende como una capa. Por tanto, en un vidrio de ventana, el agua escurre arrastrando la suciedad que pueda estar en la superficie del mismo. El recubrimiento trabaja del primer modo siempre que incide sobre el vidrio la luz solar, y el segundo modo siempre que el vidrio se moja. El recubrimiento reduce la cantidad de luz en un 7%; desde ciertos ángulos refleja más la luz que un vidrio normal, y tiene un cierto tono azulado; sólo se degrada por acción de materiales abrasivos u objetos punzantes. Se puede emplear en casi cualquier aplicación en el exterior: ventanas, invernaderos, fachadas, tejados de vidrio, y puede instalarse verticalmente o en ángulo.

- Otra aplicación consiste en emplear un recubrimiento sobre una pieza cerámica. De esta manera se crean azulejos autolimpiantes. Este tipo de materiales cerámicos se han propuesto para su utilización en quirófanos. Uno de los problemas que se da cuando un paciente se somete a una operación quirúrgica es que puede infectarse. La infección se evita si el quirófano se encuentra libre de microorganismos. El uso de estos azulejos autolimpiantes permitiría tener paredes e, incluso, suelos libres de microorganismos. La iluminación mediante tubos fluorescentes produce pequeñas emisiones de radiación ultravioleta que es suficiente para activar al dióxido de titanio y, en esas condiciones, se produce la destrucción por oxidación de los microorganismos depositados sobre estos azulejos.

20. ¿Qué aplicaciones se derivarán de la nanotecnología?

- La nanotecnociencia, este área de investigación multidisciplinar, donde convergen, entre otras, la química, la física, la ingeniería, la ciencia de materiales, la bioquímica, la biología molecular, la medicina, producirá impactos económicos y sociales en tres escalas de tiempo distintas.
- Las aplicaciones actuales son, básicamente, el resultado de avances en ramas de la ciencia aplicada ya bien establecidas, como la ciencia de los materiales. Algunos de los impactos sociales de la nanotecnociencia, sobre todo a corto y medio plazo, serán una continuación de tendencias existentes. Por ejemplo, desde hace tiempo se ha ido reduciendo el peso y la cantidad de materiales de muchos aparatos, a medida que se han desarrollado materiales más fuertes y resistentes.
- A medio plazo, la nanotecnociencia proporcionará métodos para saltar algunas barreras al desarrollo tecnológico bien comprendidas y conocidas desde hace tiempo. El ejemplo más conocido es el de la ley de Moore, una observación empírica sobre la velocidad a la que avanza la tecnología de los ordenadores. De forma simplificada, esta ley establece que el número de transistores integrados en un procesador se duplica cada 18 meses, más o menos. Esto significa que el tamaño de los transistores es cada vez más pequeño... En el año 2003 se empezó a trabajar con tecnología de 90 nanómetros, dando un tamaño de transistor de 50 nm. Esa longitud es la mitad de la distancia entre dos hilos metálicos en una unidad de memoria. Una barrera fundamental para la ley de Moore es que los circuitos electrónicos dejarán de funcionar cuando se alcance un determinado tamaño. Se espera que la nanotecnociencia pueda proporcionar formas de vencer esta barrera.
- Las aplicaciones a largo plazo corresponderán a nuevos principios y comportamientos que se descubran en el futuro. Es muy difícil, por tanto, predecir las posibilidades enteramente nuevas que abrirá la nanotecnociencia. Algunos hablan de cosas teóricamente posibles pero científicamente improbables.

Otros son, tal vez, demasiado conservadores sobre sus posibilidades.

21. *¿Cuáles son los riesgos de la nanotecnociencia?*

La plaga gris

- La percepción pública de la nanotecnología está todavía en sus primeras etapas de desarrollo. La nanotecnociencia está evolucionando desde el trabajo convencional en ciencia de materiales, física, química y campos relacionados, a medida que emergen gradualmente nuevas tecnologías que permiten trabajar al nivel de la nanoescala. Este progreso de la nanotecnología real está basado sólidamente en el conocimiento científico existente, aún cuando de lugar a nuevos conocimientos y desarrollos. Sin embargo, hay algo diferente que está apareciendo y que se llama también nanotecnología: un movimiento social basado en metáforas, aproximaciones y esperanzas. En ciencias sociales, el entusiasmo popular por un conjunto de esperanzas poco razonables y mal definidas se denomina a menudo manía. Estamos hablando, pues, de la nanomanía.
- La nanomanía nace en 1986, cuando Eric Drexler publica el libro *Engines of creation*. Es un libro que fabula sobre lo que sería posible si se pudieran crear ensambladores nanométricos autoreplicantes. Drexler supone que, en el futuro, será posible construir ensambladores que serán capaces de hacer cualquier cosa para lo cuál hayan sido diseñados. Tendremos, así, nanorobots autoreplicantes que cogerán átomos de materias primas que le rodearan, y que los pondrán en la configuración correcta. Y que podrán hacer cualquier cosa, con lo que sustituirán a las compañías, y darán a la humanidad cualquier cosa en abundancia. Las ideas de Drexler son pausibles, dado que los sistemas biológicos pueden definirse como un conjunto de nanomaquinas que se autoensamblan, y que manipulan o producen otras estructuras nanométricas. El problema es que mucha gente ha llegado a la conclusión de que estos ensambladores nanométricos autoreplicantes universales no solo son teóricamente posibles, sino que se van a

poder producir en un futuro cercano. Y este error fundamental de la nanomanía ha dado lugar a una reacción en forma de nanofobia, el miedo a todo tipo de horribles males que pueden salir de la caja de Pandora de la nanotecnología.

- El mal más divulgado es la “plaga gris”. ¿Qué sucedería si esos ensambladores escaparán de nuestro control? Se dedicarían a autopropagarse, y su efecto sería similar al de un tumor: cada vez habría más y más nanorobots que cogerían materias primas para producir más y más nanorobots. La limpieza de un escape de plaga gris sería costosa. Las consecuencias serían graves, allí donde se produjera el escape. Y hay que tener en cuenta que, de la misma forma que la gente crea gusanos y virus informáticos, podría haber personas que decidieran crear una plaga gris. Hay distintos investigadores que han cuestionado que puedan existir estos ensambladores. Uno de ellos es Smalley, premio Nobel de Química por el descubrimiento de los fulerenos, que murió de cáncer en Octubre de 2005. Lo que Smalley apunta es que hay problemas inherentes que hacen que esos ensambladores sean físicamente imposibles.

Dilemas éticos

- A corto plazo, el estado actual del conocimiento indica que la primera ola de nanotecnologías útiles aparecerá en el área de los sensores y la detección.
- La capacidad de detectar, de identificar de forma precisa y, quizás, de aislar una sola molécula o un solo virus tendría aplicación en áreas como el diagnóstico médico, medicina forense, defensa nacional y monitorización y control ambiental. Pero aparecerán dilemas éticos y políticos, relacionados con que la capacidad de detección sobrepasará la capacidad de respuesta. En el área ambiental, las nuevas tecnologías podrán detectar contaminantes a concentraciones extremadamente bajas, pero esto planteará cuestiones sobre los umbrales de riesgo y las normas de remediación. La presencia de cantidades minúsculas de contaminantes en las aguas subterráneas podría

provocar la alarma de la población, de forma justificada, aún cuando no pudiera evaluarse el riesgo para la salud, y aún cuando no existiera la capacidad tecnológica para la remediación. El número de este tipo de dilemas aumentará a medida que vayan avanzando las tecnologías de nanodetección.

- Los avances en sensores y detección pueden transformar mecanismos e instituciones sociales que fueron diseñados para hacer frente a la incertidumbre y a la información incompleta o imprecisa. La industria de los seguros, por ejemplo, trata con el conocimiento incompleto acerca de la salud de los individuos específicos, dispersando el riesgo entre grandes poblaciones. Si no hay forma de distinguir entre alguien que va a sufrir un ataque al corazón potencialmente letal a mediana edad y alguien que va a vivir 105 años, entonces ambos pueden tener un seguro médico y de vida. La sociedad gana: los costes se distribuyen, y los beneficios van hacia aquellos que lo necesitan. En el campo de la medicina, los sensores prometen la detección temprana y un tratamiento más eficaz de las enfermedades. Pero también permitirán el desarrollo de perfiles de salud de individuos. Hoy, las compañías médicas y de seguros usan a menudo las condiciones preexistentes como base para denegar o restringir las prestaciones.
- Las tecnologías de nanodetección expandirán de forma considerable la información que las compañías de seguros querrán utilizar para tomar sus decisiones sobre las prestaciones. Por tanto, estas nuevas tecnologías desestabilizarán el sistema actual, que permite que los beneficios sociales se repartan entre gran parte de la población.

Riesgos para la salud y el medio

- Durante gran parte de nuestra historia evolutiva, los humanos hemos estado expuestos a partículas pequeñas, a menudo en concentraciones muy elevadas. Con el desarrollo de la revolución industrial, esta exposición se hizo mucho mayor, debido a las nanopartículas emitidas de fuentes antrópicas, como moto-

res de combustión interna, plantas térmicas,... La nanotecnología creará una nueva fuente de exposición a las nanopartículas.

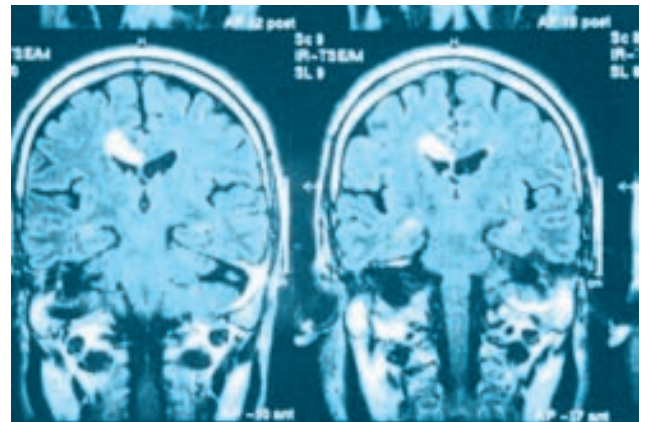
- En la actualidad, el progreso más tangible en el campo de la nanotecnología está en el campo de los nanomateriales. Los nanomateriales no son nuevos, dado que el níquel Raney, las zeolitas y los carbones activos se han usado durante décadas. Lo que es nuevo es la accesibilidad de un extraordinario rango de materiales nanoparticulados, muchos de los cuales tienen propiedades únicas y aplicaciones potenciales nuevas. No es sorprendente, entonces, que, dado el rápido desarrollo de esta área, se haya prestado atención a las cuestiones relacionadas con la seguridad de los nanomateriales.
- Los nanomateriales pueden comportarse de forma muy diferente a como lo hacen los materiales que se encuentran en forma de partículas micrométricas. Esto es debido a su pequeño tamaño, que hace que sus áreas superficiales y, por tanto, su reactividad, sea muy elevada. Sin embargo, esto hace también que la toxicidad de los nanomateriales sea diferente de la del mismo compuesto químico en forma de partículas micrométricas. De hecho, hay ejemplos en los que las nanopartículas pueden producir efectos tóxicos, aunque la sustancia no se considera peligrosa.
- Para que se produzca un daño, los humanos debemos entrar en contacto con el nanomaterial de forma que penetre en el cuerpo. Si las partículas están en el aire, éstas se pueden inhalar. Esta es la ruta dominante en el caso de los humanos expuestos a las nanopartículas manufacturadas emitidas en los puestos de trabajo, así como para todos los organismos expuestos a nanopartículas provenientes de procesos de combustión. Además, la exposición también puede producirse a través de la piel (uso de productos cosméticos) o mediante ingestión (si las nanopartículas se añaden a la comida o la bebida en el futuro). Además, hay que considerar que organismos como bacterias y protozoos pueden incorpo-

rar nanopartículas, lo que permitiría que éstas entraran en las cadenas alimentarias.

22. *¿Es posible que la seda de una tela de araña sea más resistente que el acero?*

- Si. De hecho, la tela de araña es más resistente que el acero. La diferencia está en que la tela de araña tiene un diámetro muy pequeño, mientras que los cables de acero tienen un diámetro mucho mayor: por eso podemos romper una tela de araña y no un cable de acero. Pero una cuerda que tuviera un diámetro igual al de un cable de acero, hecho de tela de araña, sería más resistente que el cable.

23. *Esta son unas imágenes de resonancia magnética del cerebro. Ésta es una técnica no invasiva que utiliza el fenómeno de la resonancia magnética para obtener imágenes del cuerpo humano, y se emplea para observar alteraciones en los tejidos y detectar cáncer y otras patologías. Y, en esta tecnología se emplean los superconductores. ¿Cómo?*



- La descripción de esta técnica es difícil. Lo importante es que, para poder tomar esas imágenes del cuerpo humano, éste debe estar sometido a la acción de un campo magnético muy intenso. Para crear campos magnéticos intensos se emplean electroimanes. En ellos se hace pasar una intensidad de corriente muy grande por un material. Si este material es conductor, la intensidad de corriente está limitada por las propiedades del mismo: al pasar la corriente, el material se calienta, y el electroimán debe refrigerarse.

En cualquier caso, con conductores convencionales, se pueden crear campos magnéticos intensos solo en zonas del espacio muy pequeñas, y no pueden emplearse en esta técnica. Sin embargo, si los cables del electroimán están hechos de un material superconductor, y si la temperatura del electroimán es muy baja, de forma que ese material esté en el estado superconductor, las intensidades de corriente que pueden circular son mucho mayores y, en este caso, ya es posible generar campos magnéticos intensos en volúmenes mayores. Por tanto, los materiales superconductores se emplean, en esta técnica, en los electroimanes que generan esos campos magnéticos tan intensos. Estos electroimanes tienen que estar enfriados a temperaturas muy bajas y, para ello, se encuentran sumergidos en helio líquido, que tiene un punto de ebullición de -269°C .

Documento para el debate pág. 237

1. *Un tipo particular de polímeros se emplean en tejidos, como sustitutos de las fibras naturales. Id a vuestro armario e identificar de qué está hecha vuestra ropa (pantalones, camisetas, pijamas, ropa interior...)*

- Los tipos de fibras artificiales y sintéticas más comunes en la ropa son:
 - El rayón: se usa en la confección textil en blusas, vestidos, chaquetas, lencería, forros, trajes, corbatas...
 - El nylon se utiliza en la confección de medias, tejidos y telas de punto.
 - Las fibras acrílicas se emplean como sustituto de la lana.

- Se pueden encontrar tejidos de poliésteres, como el polietilentereftalato.
 - Spandex o elastane, también conocido por el nombre comercial de Lycra.
2. *Buscad información sobre una de las fibras sintéticas presentes en vuestra ropa.*
- Se puede encontrar esta información en wikipedia.
3. *Discusión: Las fibras sintéticas se obtienen a partir de derivados del petróleo. Si empleamos el petróleo para producir combustibles, entonces estamos agotando una fuente muy importante de materiales.*
- Si, el petróleo es, al mismo tiempo, una fuente de combustibles y de materiales. La industria está tratando de utilizar otro tipo de compuestos como materia prima para producir polímeros, como el gas natural. El gas natural está constituido básicamente por metano, aunque también hay etano y propano, y estos tres compuestos podrían ser empleados como productos de partida para la obtención de plásticos. Pero, de nuevo, nos encontraríamos con el mismo problema, porque el metano, el etano y el propano son, también, combustibles. La tercera posibilidad consiste en emplear compuestos producidos por plantas como materia prima para la obtención de plásticos. El problema, en este caso, es que se necesitarían cultivar tierras para hacer crecer estas plantas, lo que entraría en competencia con la necesidad de cultivar tierras para obtener alimentos. Como puede observarse, esta discusión anticipa algunos de los asuntos que se abordan en el tema siguiente.

12 ECOLOGÍA INDUSTRIAL

Actividades pág. 253

1. ¿Qué es el cambio global?

- El cambio global es el conjunto de transformaciones que se están produciendo en el medio como consecuencia de nuestras actividades. El crecimiento de la población humana y de los recursos necesarios para mantener a esa población necesita de una serie de actividades, como la agricultura, la ganadería y la pesca, la industria y el comercio internacional. Estas actividades transforman las tierras, alteran los principales ciclos biogeoquímicos y añaden o eliminan especies en muchos ecosistemas. Estos cambios pueden provocar, además, otras alteraciones en el funcionamiento del ecosistema global, como el cambio climático y la pérdida de diversidad biológica.

2. ¿Qué es la Ecología Industrial?

- Con el fin de comprender las interacciones entre las sociedades y el medio se ha desarrollado en las últimas décadas la Ecología Industrial. Esta disciplina estudia las tecnologías y los flujos de materiales y energía que se producen en todas nuestras actividades, así como el efecto de estos flujos sobre el medio, con el fin de contribuir al avance hacia una sociedad sostenible. La herramienta fundamental que emplea la ecología industrial para analizar los flujos de materiales que se producen a través de los sistemas industriales es el ciclo de los mismos. Esta herramienta es una extensión del concepto de ciclo biogeoquímico, que se utiliza para describir el movimiento de distintos elementos o especies químicas entre los distintos compartimentos ambientales. Podemos analizar el impacto ambiental que tiene el uso de materiales en las sociedades industriales considerando como se extraen los materiales, como se procesan, como se usan, que se hace con los residuos que se generan en cada una de estas actividades y

cuanta energía se consume en cada uno de estos pasos.

3. ¿Qué es un recurso renovable? Haced una lista de recursos renovables.

- Las fuentes renovables de materiales son aquellas que tienen la capacidad de regenerarse por sí mismas. Hablamos, por tanto, de materiales obtenidos a partir de plantas y animales. Pero, para que estas fuentes sean efectivamente renovables, la velocidad de explotación de los recursos debe ser menor o igual a la velocidad de regeneración de los mismos. Si la velocidad a la que se consume el recurso es tan grande que el recurso se agota, entonces éste es no renovable. Entre los materiales obtenidos de fuentes renovables tenemos la madera, el papel, el algodón, la lana, el lino...

4. ¿Qué es un recurso no renovable? Haced una lista de recursos no renovables.

- Las fuentes no renovables de materiales se forman mediante procesos geológicos, a velocidades muy lentas, de forma que los explotamos a velocidades muy grandes comparadas con las de su formación. Por tanto, estos recursos se van agotando. Entre los materiales obtenidos de fuentes no renovables tenemos los metales, las cerámicas, los polímeros...

5. Haced una lista con los elementos que Estados Unidos importa en un 100% de otros países.

- Trióxido de arsénico, asbesto, bauxita, columbio (niobio), fluorita, grafito, manganeso, mica, cuarzo, estroncio, talio, torio, ytrio, piedras preciosas.

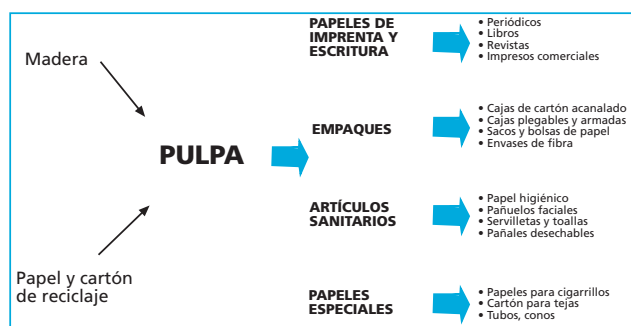
6. ¿Cuál es la intensidad de energía empleada en la producción de un chip? ¿Y en el proceso de producción de un coche?

- 600 y 2.

8. Indican las diferencias entre recursos y reservas.

- Recursos son las cantidades de material que podrían obtenerse si pudiéramos procesar la totalidad de la corteza terrestre. Por otro lado, se denominan reservas a las cantidades de material que podrían obtenerse a partir de la explotación de depósitos minerales conocidos con las tecnologías disponibles de forma económicamente viable.

9. Busca en la red y haz un esquema que muestre el proceso de producción de la pasta del papel.



10. ¿Cuál es el impacto ambiental del cultivo de árboles para obtener la pasta de papel?

- La tala de bosques para producir pastas papeleras es una de las actividades que contribuyen a la deforestación, junto con la tala de bosques para producción de maderas comerciales y combustibles, o para ganar tierras en las que hacer crecer pastos o cultivos. Hasta hace unas décadas, los países productores de pastas papeleras se encontraban en países del Hemisferio Norte de latitudes medias o altas. La gestión forestal de los bosques se hacía mediante una silvicultura en la que se mezclaban distintas especies de árboles de edades variables. Sin embargo, en la actualidad una parte importante de las pastas papeleras se producen en países del Sur de latitudes bajas. En estos países las tasas de crecimiento de los árboles son muy grandes, y los costes de producción son más bajos, por lo que las pastas producidas en ellos son bastante más baratas que las de los productores tradicionales. Además, en estos nuevos países, y en algunos de los tradicionales, ahora se plantan

monocultivos homogéneos de árboles seleccionados de una misma especie y de una misma edad. Como estos monocultivos son sensibles a las plagas, se les aplican insecticidas y fungicidas. También se aplican herbicidas para eliminar especies competidoras y fertilizantes para favorecer unas mayores tasas de crecimiento de los árboles. El resultado es que, frente a una silvicultura tradicional, hay un mayor impacto ambiental debido al uso de los plaguicidas y fertilizantes, y el suelo queda más expuesto a la acción de los agentes atmosféricos, lo que favorece su degradación.

11. Buscad información sobre los procesos de blanqueado de pasta de papel que no emplean cloro.

- Se puede encontrar información en la página web <http://www.istas.net/web/daphnia.asp?articulo=550>.

12. Un anillo de oro tiene un peso de unos diez gramos. ¿Cuál es la cantidad de materiales movilizados para producir ese anillo?

- En el caso del oro, se produce la movilización de 350.000 toneladas de materiales por cada tonelada de oro. Por tanto, en el caso de un anillo de 10 gramos, la cantidad de materiales movilizados es de 3.500 toneladas...

13. Un cazo de cobre tiene un peso de 0,5 kilogramos. ¿Cuál es la cantidad de materiales movilizados para producir ese cazo?

- Se movilizan 150 toneladas de materiales por tonelada de cobre obtenido; por tanto, en la producción de ese cazo, se movilizarán 75 kilos de materiales.

14. Indicad las diferencias entre reutilización, reparación, refabricación y reciclado, poniendo ejemplos.

- Reutilización de un producto deshechado en una aplicación distinta: un ejemplo está en el uso de traviesas de tren para escaleras y paredes de jardines.
- Reparación de un producto deshechado para su reutilización: construcción de un ordenador a partir de piezas de distintos ordenadores que han dejado de funcionar.

- Refabricación de un producto deshechado, reemplazando muchas de las piezas pero conservando los componentes estructurales que mantiene su integridad: un ejemplo de esta opción es la actualización de componentes de ordenadores, equipos de telecomunicaciones o fotocopiadoras sin tener que cambiar toda la unidad para poder disponer de mejores prestaciones.
 - Reciclado de productos fabricados con un determinado tipo de material para producir más productos: un ejemplo lo tenemos en el reciclado del vidrio, en el que las piezas de vidrio se calientan para obtener vidrio fundido, a partir del cuál se obtienen distintos productos.
15. *Comparad la energía necesaria para la producción de aluminio a partir de bauxita con la energía necesaria para reciclar el aluminio.*
- De acuerdo con los datos de la tabla 7.1, la energía necesaria para la obtención de aluminio a partir de bauxita es del orden de 75 000 kilowatios hora por tonelada mientras que, en el proceso de reciclado del aluminio, la energía empleada es, al menos, 10 veces inferior.
16. *¿Qué factores hay que considerar, desde el punto de vista ambiental, en el proceso de selección de materiales? ¿Y en el embalaje y transporte de productos? ¿Y en el final del ciclo de vida del producto?*
- Consideremos, en primer lugar, el proceso de selección de materiales. Los materiales influyen en el funcionamiento de un producto, en sus características, su apariencia... Y, en muchos casos, es posible elegir distintos materiales para una aplicación particular. Las consideraciones básicas a la hora de seleccionar los materiales son el que tengan las propiedades físicas deseadas (resistencia mecánica), el que tenga las propiedades químicas deseadas (resistencia a la corrosión) y, finalmente, que su coste sea tolerable. Pero, desde el punto de vista de la ecología industrial, el diseñador tiene que fijarse en otro tipo de características. Por ejemplo, tiene que plantearse si el material tiene posibles limitaciones de suministro, si es un material fácilmente sustituible, si es un material fácilmente reciclable, cuál es la cantidad de energía empleada para obtener el material... Hay que tener en cuenta que hay materiales ampliamente empleados en la actualidad que se irán haciendo cada vez menos accesibles en el futuro debido al aumento de la demanda que se producirá como consecuencia del aumento de la población mundial y como consecuencia del aumento de la calidad de vida de una parte importante de la misma. Estos materiales que pueden tener problemas de suministro en el futuro deberían emplearse sólo en aquellos casos en los que sus propiedades hacen imprescindible su uso, mientras que deben sustituirse por otros materiales sin limitaciones tan acuciantes que puedan cumplir su función siempre que sea posible.
 - Otras consideraciones a tener en cuenta en el proceso de diseño son las que tienen que ver con el almacenaje y transporte de los productos desde las plantas de producción hasta los puntos de consumo. En las últimas décadas se ha extendido el uso de envases de plástico y de aluminio para bebidas. En ambos casos, uno de los factores que ha contribuido a esta tendencia ha sido los gastos de transporte. El plástico pesa menos que el vidrio, y las latas de aluminio menos que las de acero. De forma que, con envases de estos materiales, el consumo de combustible asociado al transporte de las bebidas es menor. De hecho, en el caso de las latas de aluminio, las mejoras del procesado de la chapa de este material ha permitido que su espesor fuera cada vez menor, lo que ha conducido a una reducción del peso de la lata.
 - Finalmente, en el proceso de diseño también se tienen que considerar los aspectos relacionados con el final del ciclo de vida del producto. Existen, en la actualidad, multitud de productos que no han sido diseñados para su reparación refabricación o reciclado. Hablamos de lavadoras, automóviles, teléfonos móviles, ordenadores. Si nos centramos en el proceso de reciclado, la recuperación de

muchos de los materiales empleados en estos productos es mucho más difícil de lo que sería si se hubieran diseñado pensando en este momento.

17. *Enumera cinco aspectos que deba considerarse a la hora de diseñar un producto. ¿Tiene alguna de ellas algo que ver con el medio ambiente?*

- Son aspectos que no tienen que ver con el medio el diseñar productos que respondan a las expectativas de los consumidores, diseñar productos competitivos, cumplir con la legislación, diseñar productos que sean atractivos, fáciles de producir, y competitivos en precios.
- En la pregunta anterior se plantean aspectos de diseño que tienen que ver con el medio.

18. *Ayudándote de la gráfica adjunta, calcula cuantas toneladas de material tenían que movilizarse a principios del siglo XX para obtener una tonelada de cobre. ¿Y a finales del siglo XX?*

- Aceptando que, a principios del siglo XX, se explotaban minerales con un 2% de cobre, entonces se tenían que movilizar 50 toneladas de material para obtener una tonelada de cobre. Sin embargo, a finales del siglo XX, estamos explotando minerales que tienen un 0,5% de cobre, por lo que se tienen que movilizar 200 toneladas de material para obtener una tonelada de cobre.

19. *Analiza el esquema y explica la interrelación entre cambio climático y pérdida de biodiversidad.*

- Las actividades humanas han provocado tensiones sobre un gran número de especies, lo que ha producido graves alteraciones en la composición de los ecosistemas llegando, en algunos casos, a la extinción de especies. La velocidad de este proceso es difícil de determinar debido, en parte, a que, en la actualidad, la mayoría de las especies que existen en nuestro planeta todavía no han sido identificadas. Sin embargo, las estimaciones más recientes sugieren que esta velocidad es, hoy, entre 100 y 1000 veces mayor que hace 100.000 años. Las tres principales causas de

extinción de especies son la alteración de sus hábitats, la caza y la pesca intensiva, y la competencia y depredación por parte de especies invasoras. Además, a estas causas se suman los efectos de los demás componentes del cambio global. El cambio climático podría acelerar estos procesos de extinción: mientras que, en épocas pasadas, las especies han respondido a los cambios climáticos bien modificando los límites de sus hábitats, bien mediante migraciones, la intensa fragmentación de los ecosistemas que existe en la actualidad hace previsible que las adaptaciones sean mucho más difíciles en el futuro.

Estudio de un caso pág. 254

1. *Desmontad un teléfono móvil o un ordenador que no funcionen. Identificad los materiales empleados en las distintas piezas.*

- Plásticos: carcasas, placas de circuitos, recubrimientos de cables, encapsulado de microprocesadores y unidades de memoria.
- Metales: interior de cables, conexiones en placas de circuitos.
- Semiconductores: en el interior de los microprocesadores y las unidades de memoria.
- Cristales líquidos, en las pantallas de los teléfonos móviles y los ordenadores.
- Vidrio: en las pantallas de tubos de rayos catódicos de los ordenadores.

2. *Formulad propuestas para mejorar el diseño de estos productos con el fin de hacer más sencillo su reciclado.*

- Es necesario que los equipos sean diseñados para el reciclado, permitiendo un desmontaje sencillo (empleando, por ejemplo, un solo tipo de tornillos), facilitando la separación de los componentes (conectores rápidos) e identificando los materiales usados (algo esencial en el caso de los plásticos).

13 ORDENADORES Y COMUNICACIÓN

Actividades pág. 270

1. *¿Es correcto afirmar que todo sistema digital es binario? ¿Y al contrario?*

- No todos los sistemas digitales son binarios, sino sólo aquellos basados en un alfabeto de dos símbolos. Por el contrario, todos los sistemas binarios son digitales ya que se basan en un alfabeto finito de símbolos (dos, en este caso).

2. *Convierte en números en notación decimal los siguientes valores binarios. Para ayudarte te damos la solución del primero: $0 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 0 + 64 + 0 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1 = 85$*

- 01010101

- 10001000

- 10000000

- 11111111

- $10001000 = 1 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 128 + 8 = 136$

- $10000000 = 1 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 128$

- $11111111 = 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 255$

3. *Indica si los siguientes métodos de codificación pueden considerarse digitales, justificando en cada caso la respuesta:*

- El código Morse
- Las señales de tráfico
- El código naval de comunicación entre barcos basado en banderas con distintas formas y colores.
- El rojo y verde de los semáforos.
- Todos los métodos de codificación indicados son digitales, ya que, aunque se basan en distintos alfabetos de símbolos, todos ellos cuentan con un número limitado de símbolos.

5. *Enumera las ventajas de la tecnología digital ¿Cuál crees que es la más importante de todas ellas?*

En el tema se apuntan varias ventajas de la tecnología digital (página 259):

- Sencillez en el almacenamiento de información.
- Baja probabilidad de errores
- Gran precisión de representación numérica y no numérica
- Facilidad para el procesamiento de la información
- Posibilidad de aplicar métodos de detección y corrección de errores

Respecto a la cuestión sobre cuál de estas ventajas es más importante, realmente todas ellas podrían considerarse de importancia similar si se consideran genéricamente. Sin embargo, si concretamos en algún sistema digital concreto, es evidente que unas ventajas se manifiestan de forma más evidente que otras. Por ejemplo, en un disco duro las más relevantes son la primera y la segunda de ellas. En un sistema transmisión digital de video en tiempo real, sin embargo, son más relevantes la segunda y la quinta.

6. *Enumera las ventajas de utilizar señales electromagnéticas en la representación de la información.*

En el tema se apuntan varias ventajas (página 260):

- Sencillez en la generación de distintos valores.
- Gran velocidad de propagación.
- Facilidad para implementar dispositivos de memoria basados en valores electromagnéticos.

7. *¿Qué diferencia hay entre un bit y un byte?*

- Un byte es un grupo de 8 bits.

8. *Enumera las unidades funcionales de un com-*

putador según la arquitectura Von Neumann.

- Las unidades funcionales de un computador son la unidad central de proceso, la memoria principal y la unidad de entrada/salida.

9. Supón que queremos representar un voltaje eléctrico entre 0 y 12 V para representar físicamente un alfabeto. Indica qué valores utilizarías si el alfabeto constara de:

- a) Doce símbolos
- b) Seis símbolos
- c) Tres símbolos
- d) Dos símbolos

- a) Rango de 1 voltio por símbolo. Por ejemplo, el símbolo 1 se representaría por un voltaje entre 0 y 1 voltio, el símbolo 2 por un voltaje mayor que 1 y menor o igual que 2 voltios, etc.
- b) Rango de 2 voltios por símbolo. Por ejemplo, el símbolo 1 se representaría por un voltaje entre 0 y 2 voltios, el símbolo 2 por un voltaje mayor que 2 y menor o igual que 4 voltios, etc.
- c) Rango de 4 voltios por símbolo. Por ejemplo, el símbolo 1 se representaría por un voltaje entre 0 y 4 voltios, el símbolo 2 por un voltaje mayor que 4 y menor o igual que 8 voltios, etc.
- d) Rango de 6 voltios por símbolo. El símbolo 1 se representaría por un voltaje entre 0 y 6 voltios, y el símbolo 2 por un voltaje mayor que 6 y menor o igual que 12 voltios.

10. ¿Serviría el voltaje anterior para representar un alfabeto de 18 símbolos? ¿Cómo?

- El voltaje anterior puede usarse también para un alfabeto de 18 (o más) símbolos. La diferencia con los ejemplos de la actividad anterior es que, en este caso, el rango por símbolo no es una cantidad entera de voltios, sino una fracción, concretamente $12/18 = 0.66$ voltios. En este caso, el símbolo 1 se representaría por un voltaje entre 0 y 0.66 voltios, el símbolo 2 por un voltaje mayor que 0.66 y menor o igual que 1.33 voltios, etc.

11. En un anuncio de una tienda de ordenadores

puede leerse:

¡¡OFERTA!! Ordenador con Intel Pentium IV a 3,2 GHz, con 80 GBytes de disco duro y un GByte de RAM, 205 euros.

- ¿Cuál es la CPU del ordenador ofertado?
- ¿Qué frecuencia de trabajo tiene la CPU?
- ¿Cuál es la capacidad de almacenamiento de la memoria principal?
- ¿Cuál es la capacidad de almacenamiento de la memoria secundaria?
- ¿Crees que la oferta podría indicar más características?

Según el anuncio:

- CPU = Intel Pentium IV
 - Frecuencia CPU = 3,2 GHz
 - Memoria principal (RAM) = 1 GByte
 - Memoria secundaria (disco duro) = 80 GBytes.
 - Efectivamente, podrían indicarse muchas más características (de hecho, se indican habitualmente más en este tipo de anuncios). Por ejemplo, podría indicarse más sobre la capacidad del ordenador para “comunicarse” con el exterior: de qué tipo es la tarjeta de video, de qué tipo de conectores (USB, puertos serie o paralelo, etc.) dispone, si incluye o no tarjeta para conectarse a Internet, etc.
12. ¿Puede una CPU “entender” directamente una instrucción de un lenguaje de programación de alto nivel? En caso negativo, indica qué proceso debería seguirse hasta que la CPU pudiera ejecutar la instrucción.
- Ninguna CPU puede entender directamente instrucciones de lenguajes de programación de alto nivel, ya que directamente las CPUs sólo interpretan instrucciones en su código máquina particular. Por tanto, es necesario que las instrucciones escritas en un lenguaje de programación de alto nivel se traduzcan al código máquina de la CPU mediante programas compiladores o intérpretes.
13. Busca información sobre cómo y cuándo se realizó el primer envío de un mensaje tele-

gráfico por parte de Samuel Morse. ¿Sabes cuál fue la primera frase transmitida?

- Aunque los datos no son totalmente fiables, se acepta en general que el primer experimento exitoso del telégrafo de Morse sucedió el 6 de enero de 1838, cuando el propio Morse envió telegráficamente a su ayudante Alfred Vail el mensaje "A patient waiter is no loser".

14. *En la memoria principal la información no se graba permanentemente. ¿Esto es una ventaja o un inconveniente?*

- Se trata realmente de una ventaja, ya que la memoria principal está destinada a almacenar la información con la que trabaja la CPU para realizar una tarea concreta durante un periodo determinado. El hecho de que esta información no se grabe permanentemente facilita el cambio de la información en la memoria principal, una vez terminada una tarea, para pasar a realizar una nueva tarea (que, en general, requerirá distinta información).

15. *Busca información sobre qué es el código ASCII y qué utilidad tiene en informática.*

- El código ASCII, muy empleado tradicionalmente en informática, es un código estándar que asocia a un valor numérico concreto un carácter de texto concreto (que por ejemplo, puede mostrarse en pantalla, imprimirse en una impresora, etc.). Para trabajar con caracteres, el ordenador los representa internamente, como siempre, como secuencias de unos y ceros, pero de cara "al exterior", dichas secuencias se sustituyen por su equivalente ASCII. Por ejemplo, según éste código, la letra "a" tiene asignada la secuencia binaria 0110 0001. Así, cuando el ordenador indica a la impresora que imprima el carácter codificado como 0110 0001, el resultado será la impresión de la "a".

16. *¿Forman los periféricos parte de la arquitectura esencial de los computadores? Justifica la respuesta.*

- Los periféricos no forman parte de la arquitectura esencial de los computadores (aun-

que ciertamente son elementos sumamente importantes) debido a que, estrictamente hablando, ningún periférico es imprescindible para que un computador puede considerarse como tal. Es decir, si se cuenta con una UCP, una memoria y una unidad de entrada/salida (los elementos esenciales de la arquitectura) ya pueden realizarse las funciones propias de un computador, independientemente de si se cuenta o no con tal o cual periférico.

17. *Enumera los elementos esenciales de un sistema de comunicación. ¿Por qué son necesarios los transductores?*

Según el esquema de la figura 4.1, los elementos de un sistema de comunicación serían:

- Adaptador de entrada
- Transmisor
- Canal
- Receptor
- Adaptador de salida

Los transductores son los adaptadores de entrada y salida, y son necesarios porque la gran mayoría de mensajes a transmitir (o recibir) no tienen originalmente (o finalmente) una naturaleza electromagnética, mientras que los transmisores y receptores de los sistemas de comunicación manejan habitualmente señales electromagnéticas. Por tanto, se hace imprescindible la conversión del mensaje original (o final) a (o desde) una señal electromagnética que transmisores y receptores puedan manejar.

18. *¿Por qué el sensor de una cámara digital puede considerarse un transductor?*

- El sensor de una cámara digital es un transductor porque convierte un "mensaje" en forma de luz en valores electromagnéticos (cada punto de una imagen digital es un valor electromagnético almacenado en una memoria).

19. *Busca en la red información sobre qué se entiende por modulación de una onda. ¿Por qué es necesaria?*

- La modulación es el proceso por el que el transmisor de un sistema de comunicación

modifica la señal eléctrica que recibe del transductor para adaptarla a las características del canal, logrando así una transmisión efectiva. Por ejemplo, una señal eléctrica no puede propagarse directamente en el espacio, por lo que se emplea en la transmisión una onda electromagnética cuya intensidad varía según la señal eléctrica de entrada. Se dice entonces que la onda es una **portadora**, que es **modulada** por la señal eléctrica. Obviamente, la demodulación sería el proceso inverso, realizado en el receptor.

20. *¿Qué elementos del sistema de comunicación se encuentran integrados en un teléfono móvil? Razona la respuesta.*

Los elementos presentes en un teléfono móvil serían:

- Adaptador de entrada (micrófono)
- Transmisor (antena emisora)
- Receptor (antena receptora)
- Adaptador de salida (altavoz)

21. *La antena de un radiotelescopio ¿Es una antena emisora o receptora? Sea cual sea la respuesta ¿Con quién o con qué se establece la "comunicación"?*

- La antena de un radiotelescopio es una antena receptora, que capta ondas electromagnéticas "no visibles" (a diferencia de un telescopio convencional, que capta luz, es decir, ondas electromagnéticas "visibles"). En especial, los radiotelescopios recogen las ondas emitidas por ciertos cuerpos celestes (como pulsars, quasars, etc.), lo que permite que éstos puedan ser estudiados. Teniendo esto en cuenta, la comunicación de la antena de un radiotelescopio se establece con dichos cuerpos celestes.

Lo que dicen los medios

- Según el artículo, el "Tirant" dispone de un disco duro de 9,2 Terabytes (memoria secundaria), pero además dispone de 1 Terabyte, que corresponde a la memoria principal total de los 512

procesadores. Es decir, en conjunto, la capacidad total de almacenamiento (es decir, toda la memoria) del supercomputador sería de 10,2 Terabytes.

- Según el artículo, los principales usos del "Tirant" serían realizar cálculos relacionados con proyectos de investigación sobre:
 - Diseño de medicamentos
 - Estudio del genoma humano
 - Evolución del cambio climático
 - Calidad del aire
 - Altas energías
 - Diseño de automóviles o barcos
- El gran supercomputador del Centro de Supercomputación de Barcelona (BSC) es conocido como "Marenostrum". Se trata de un supercomputador más "potente" que el "Tirant" (al menos, teóricamente), ya que está compuesto por un mayor número de procesadores y dispone de más capacidad de almacenamiento. Pueden consultarse sus características desde la página del BSC: <http://www.bsc.es>

Documento para el debate pág. 272

- La cuestión sobre la "pertinencia" del formato de DVD en alta definición es ciertamente uno de los debates "candentes" actualmente. En principio, el contar con DVDs de mayor capacidad podría parecer algo incuestionablemente ventajoso, pero lo cierto es que otros dispositivos portables (memorias y discos duros USB, principalmente) permiten grandes capacidades de almacenamiento a precios bastante asequibles. Puesto que, además, la gran mayoría de reproductores modernos puede conectarse a estos dispositivos para leer información de audio y video, no es evidente que un DVD de gran capacidad sea necesario. Por tanto, el debate puede orientarse sobre qué soporte resulta más cómodo, fiable o sencillo de usar cotidianamente. En cualquier caso, como en tantas otras ocasiones, el mercado dictará la última palabra.
- Evidentemente, la densidad de información de los DVDs no puede aumentar INDEFINIDAMENTE.

TE, ya que se llegaría a un punto en el que las marcas serían tan pequeñas que no podría existir un láser capaz de generarlas o un haz de luz capaz de “leerlas” distinguiendo entre dos marcas. Sin embargo, quizá si sea posible aumentar

algo más la densidad de los DVDs actuales, siempre que la inversión en investigación en esta tecnología merezca la pena (lo que enlaza con el punto de debate anterior).

14 INTERNET. EL MUNDO INTERCONECTADO

Actividades pág. 291

1. *¿Es correcto afirmar que todo ordenador conectado a una red está integrado en Internet?*
 - No es correcto. Para estar conectado a Internet, la red a la que se conecta el ordenador debe formar parte las integradas en Internet.
2. *¿Por qué son necesarios los protocolos de comunicación?*
 - Los protocolos de comunicación entre ordenadores, igual que el lenguaje entre humanos, son necesarios para que la información que se comunica se ajuste a unas normas que aseguren que lo enviado por el emisor (y suponiendo que éste se ajusta a estas normas) pueda ser "comprensible" para el receptor.
3. *¿Puede la serie de números 200.200.200.200.3 ser una dirección IP? ¿Y la serie 200.300.200.3?*
 - La serie 200.200.200.200.3 NO puede ser una dirección IP porque consta de 5 números separados por puntos, mientras que las direcciones IP constan de 4. La serie 200.300.200.3 sí consta de 4 números, pero uno de ellos es mayor que 255, por lo cual TAMPOCO puede ser una dirección IP.
4. *¿Es posible que un mismo ordenador tenga asignadas a la vez las siguientes direcciones IP: 200.201.202.4 y 201.202.100.5?*
 - En primer lugar, puede comprobarse que las direcciones IP son válidas (a diferencia del ejercicio anterior, éstas sí lo son). En ese caso, un ordenador sí puede tener asignadas ambas direcciones. Para ello, basta con que el ordenador disponga de dos conexiones distintas a Internet, lo cual es perfectamente posible (por ejemplo, una conexión a una red inalámbrica y otra a una red cableada).
5. *¿Qué redes se consideran las antecesoras directas de Internet?*
 - Tal y como se indica en las ampliaciones de las páginas 276 y 281, las redes que se conside-

ran como las precursoras de Internet son ARPANET y NFSNET.

6. *Dos ordenadores tienen asignadas, respectivamente, las siguientes direcciones IP: 200.200.200.1 y 200.200.200.3 ¿Se encuentran ambos ordenadores conectados a la misma red? Razona la respuesta.*
 - Efectivamente, teniendo en cuenta las dos direcciones IP, ambos ordenadores se encuentran, con toda seguridad, conectados a la misma red. Esto puede deducirse fácilmente porque ambas direcciones IP sólo se diferencian en el último valor, por lo que es seguro que el identificador de la red (bien sea el primer valor, bien los dos primeros, bien los tres primeros) será el mismo en ambos casos.
7. *Si los mismos ordenadores de la cuestión anterior se transmiten datos de uno a otro ¿Será necesario que los datos que se transmiten pasen por algún Router? ¿Y si las direcciones fueran 200.200.200.1 y 199.200.200.3?*
 - Los datos transmitidos entre los ordenadores de la cuestión anterior NO necesitan pasar por un router, ya que éstos encauzan datos entre distintas redes, mientras que los ordenadores de la cuestión anterior están en la misma red. Ahora bien, si las direcciones IP de los ordenadores fueran 200.200.200.1 y 199.200.200.3, dichos ordenadores estarían en redes distintas (el primer valor de las direcciones IP es diferente, por lo que el identificador de red en estos casos no puede ser el mismo de ninguna manera). Por tanto, los datos transmitidos entre ordenadores en el segundo caso SÍ pasarían por (al menos) un router.
8. *Enumera todo lo necesario para que un ordenador se conecte a Internet.*
 - En primer lugar, el ordenador debe disponer de algún tipo de interfaz de red para conectarse (una tarjeta de red, un adaptador ina-

lámbrico, etc.). Además, debe tener acceso (un enlace) a una red integrada en Internet. Sin embargo, esto no sería suficiente si el ordenador no “hablara” TCP/IP, para lo cual debe disponer de los programas adecuados (generalmente incluidos en el sistema operativo). Por último, el ordenador necesita una dirección IP propia (habitualmente proporcionada por un ISP).

9. *Una empresa posee una red propia que interconecta todos sus ordenadores. Además, esta red está conectada mediante un Router a Internet. Por motivos de seguridad, entre la red y el router se instala un Firewall. ¿Puede el Firewall impedir la comunicación entre dos ordenadores de la empresa?*

- No: tal y como se plantea la cuestión, el Firewall sólo puede limitar la comunicación entre un ordenador de la empresa y un ordenador externo (en ambos sentidos, por supuesto), ya que está situado en la “puerta” hacia (o desde) el exterior.

10. *¿Existe relación entre direcciones Web y direcciones IP? Si crees que sí, explícala.*

- Sí, ya que la parte principal de una dirección Web es un “sinónimo” de la dirección IP del ordenador donde está almacenado el fichero html de la página.

11. *¿Existe relación entre direcciones de correo electrónico y direcciones IP? Si crees que sí, explícala.*

- Sí, ya que la segunda parte de una dirección de correo (a la derecha del símbolo @) es un “sinónimo” de la dirección IP del ordenador donde se aloja la cuenta asociada a la dirección de correo (es decir, la dirección IP del servidor de correo).

12. *¿Crees que es inevitable recibir mensajes spam en la cuenta de correo electrónico? Si crees que no, describe algún método para evitarlo.*

- No es inevitable recibir correo basura (spam) en la cuenta de correo electrónico. Por ejemplo, es posible activar filtros anti-spam en muchos de los programas empleados para leer el correo. Estos filtros detectan mensajes

indeseados a partir del título del mensaje o del texto del mismo. Aunque no son infalibles, la mayoría de ellos tiene la capacidad de “aprender” a detectar mejor el spam, siempre que el usuario vaya marcando como tal los mensajes indeseados que siga recibiendo.

13. *El Software Libre es llamado en inglés “Free Software”, que en ocasiones se traduce al español como “Software Gratis” ¿Crees que esta traducción define correctamente este fenómeno?*

- No es correcto traducir “Free Software” como “Software gratis”. Los autores que lanzan sus programas como “Free Software” permiten (voluntariamente) que dichos programas puedan copiarse y distribuirse libremente, gratis o no. De hecho, el “Free Software” puede venderse, siempre que los programas sigan “abiertos” (cualquier usuario puede acceder al código y modificarlo, a diferencia de otros programas comerciales), siempre que el autor original conserve sus derechos (aunque no cobre por ello) y siempre que el vendedor permita que el programa pueda seguir siendo copiado y distribuido libremente. Es decir, el “Free Software” puede venderse siempre que el vendedor permita que siga siendo “Free Software”. Una traducción de “Free Software” más correcta sería “Software libre”.

14. *¿A qué se llama “brecha digital”? ¿Cuáles crees que podrían ser sus consecuencias?*

- Tal y como se explica en la página 289, la brecha digital es la desigualdad entre países desarrollados y no desarrollados respecto al acceso a Internet. La segunda cuestión de esta actividad (sobre las posibles consecuencias de esta “brecha”) es susceptible de usarse como punto de partida para un posible debate en el aula. En este sentido, pueden apuntarse como consecuencias más evidentes las dificultades que encontrarán las economías de los países no desarrollados si permanecen al margen (casi) de Internet, y el enorme retraso cultural y social que pueden sufrir las poblaciones de estos países.

15. *Dibuja esta figura de forma esquemática en tu cuaderno e indica mediante flechas como se produce el paso de información entre dos ordenadores durante la consulta a una página web. ¿Qué diferencia hay entre el flujo real y el flujo aparente de la información?*

- Evidentemente, el resultado del dibujo debe ser (aproximadamente) el mostrado en la figura 1.2. Respecto a las diferencias entre flujos real y aparente de la información, debe remarcarse que el primero es el “camino” que sigue realmente la información, mientras que el segundo es la percepción que tiene el usuario del “viaje” de la información.

16. *Los protocolos POP3 e IMAP4, empleados para recuperar mensajes de correo electrónico desde un servidor, presentan elementales (aunque interesantes) diferencias. Utiliza la Wikipedia para descubrirlas.*

- La inmensa mayoría de clientes de correo actuales emplean, para recuperar mensajes desde el servidor remoto de correo, bien en el protocolo **POP3** (Post-Office Protocol, versión 3), bien el protocolo **IMAP4** (Internet Message Access Protocol, versión 4). La principal diferencia entre ambos protocolos es que con POP3 el cliente se conecta al servidor remoto el tiempo justo para descargar “de golpe” al ordenador todos los mensajes almacenados en la cuenta, mientras que con IMAP4 el cliente tiene además la opción de acceder a los mensajes “selectivamente”, en conexión permanente con el servidor remoto. Una vez descargados los mensajes al ordenador, es opcional borrarlos o no del servidor remoto.

17. *Describe distintos modos en que puede vulnerarse la privacidad de los datos de un usuario a través de Internet.*

Realmente (y por desgracia), existen muy diversas maneras de vulnerar la privacidad de los usuarios a través de Internet. Entre otras, las mencionadas en el tema:

- Phising

- Intercepción de datos privados “viajando” por la red
- Accesos no autorizados a datos privados almacenados en un ordenador particular (“intrusos” en el ordenador).
- Accesos no autorizados a datos privados almacenados en bases de datos gubernamentales, empresariales, o pertenecientes a otros organismos.
- Publicación (más o menos legal) en Internet de datos privados por parte de diversos organismos (por ejemplo, el BOE digital).

Documento para el debate pág. 292

- Realmente, todas las cuestiones que se plantean para el debate sobre la censura en Internet están absolutamente abiertas (no tienen una “solución” objetiva), y de hecho pueden suscitar respuestas de muy diversa índole, incluso de signo contrario. Este hecho, por supuesto, es una ventaja, ya que puede “dar mucho juego” de cara a la participación de los alumnos. Es decir, las cuestiones planteadas pueden servir por sí mismas como “guión” de un debate bastante interesante.
- Sin embargo, si se considera necesario, el profesor puede añadir perfectamente algún otro elemento “polémico” no planteado en las cuestiones, como por ejemplo:
 - La censura a nivel “doméstico” que los padres pueden ejercer para controlar las páginas Web a las que acceden sus hijos.
 - La censura a nivel “empresarial” que pueden ejercer las compañías para controlar las páginas Web a las que acceden sus empleados desde su puesto de trabajo.
 - El peligro de caer en la autocensura (exagerada) por parte de los medios de comunicación “online”.
- Por último, cabe recordar al profesor que, desde un punto de vista técnico, prácticamente cualquier forma de censura (a cualquier nivel) de los contenidos de Internet es posible.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

I. Nuestro lugar en el Universo

AGUSTÍ, J. (1994) *La evolución y sus metáforas. Una perspectiva paleobiológica*. Ed. Tusquets. Barcelona.

ALTSCHULER, D. (2004) *Hijos de las estrellas. Nuestro origen, evolución y futuro*. Ed. Akal. Madrid.

El origen, evolución y destino de la vida en una perspectiva astronómica y geológica. De lectura sencilla y agradable.

ASIMOV, I. (2002) *El Universo*. Alianza Editorial. Madrid.

Un clásico de la divulgación científica, que aborda todos los campos de la Astronomía. De lectura sencilla y agradable. En algunos temas concretos está un poco anticuado.

AYALA, F. J. (1994) *La teoría de la evolución. De Darwin a los últimos avances de la Genética*. Temas de Hoy. Madrid.

AYALA, F. J. (2006) *La evolución de un evolucionista*. Publicacions de la Universitat de València.

AZCÁRRAGA, J.A. de. (2007) *En torno a Albert Einstein. Su ciencia y su tiempo*. Publicaciones de la Universidad de Valencia.

Biografía de Albert Einstein, que incluye comentarios y explicaciones sobre los orígenes y significado de la Teoría de la Relatividad. Existe también una versión en Valenciano, en la misma editorial.

BERTRANPETIT, J. y JUNYENT, C. (1998) *Viatge als orígens. Una història biològica de l'espècie humana*. Ed. Bromera. Alzira. Publicacions de la Universitat de València.

CAVALLI-SFORZA, L. L. y CAVALLI-SFORZA, F. (1994) *Quiénes somos. Historia de la diversidad humana*. Ed. Crítica. Barcelona.

COLES, P. (2001) *Cosmology: a very short introduction*. Oxford University Press.

En Inglés. Una magnífica introducción a la Cosmología moderna, breve y escrita en un lenguaje asequible. Muy recomendable.

DARWIN, C. R. Y WALLACE, A. R. (2008) *La lluita per la vida*. Publicacions de la Universitat de València.

DAWKINS, R. (1998) *Escalando el monte improbable*. Ed. Tusquets. Barcelona.

DAWKINS, R. (2008) *El cuento del antepasado*. Antoni Bosch. Barcelona.

de DUVE, C. (2004) *La vida en evolución*. Ed. Crítica. Barcelona.

DENNETT, D. C. (1999) *La peligrosa idea de Darwin: evolución y significados de la vida*. Ed. Galaxia Gutenberg. Barcelona.

FORTEY, R. (1999) *La vida. Una biografía no autorizada*. Ed. Taurus. Madrid.

GALADÍ, D. y GUTIÉRREZ, J. (2001) *Astronomía general. Teoría y práctica*. Ed. Omega.

Tratado general de Astronomía a un nivel asequible.

GOULD, S. J. (1994) *La evolución de la vida en la Tierra. Investigación y Ciencia*. Diciembre 55-61.

JACOB, F. (2007) *El desván de la evolución*. Publicacions de la Universitat de València.

KNOLL, A. H. (2004) *La vida en un planeta joven*. Ed. Crítica. Bar-

celona.

LARA, L. (2008) *Introducción a la Física del Cosmos*. Ed. Universidad de Granada.

Curso de Astrofísica en Castellano, a nivel de primeros cursos universitarios.

MARGULIS, L. (2002) *Una revolución en la evolución*. Publicacions de la Universitat de València.

MARGULIS, L. y DOLAN, M. F. (2006) *Els inicis de la vida. Evolució a la Terra Precambriana*. Ed. Bromera. Alzira: Publicacions de la Universitat de València.

MARTÍNEZ, V. (2007) *Marineros que surcan el cielo*. Publicaciones de la Universidad de Valencia.

- Introducción histórica la Cosmología moderna, a nivel de divulgación. Existe también una versión en Valenciano, en la misma editorial.

MAYNARD SMITH, J. y SZATHMÁRY, E. (2001) *Ocho hitos de la evolución: del origen de la vida al nacimiento del lenguaje*. Ed. Tusquets. Barcelona.

MAYOR, M y FREI, P. (2006) *Los nuevos mundos del Cosmos: en busca de exoplanetas*. Ed. Akal. Madrid.

La historia del descubrimiento de los planetas extrasolares, contada por uno de sus principales protagonistas. Muy bien escrito, y fácil de leer. Muy recomendable.

MAYR, E. (1998) *Así es la biología*. Ed. Debate. Barcelona.

NESSE R. M. Y WILLIAMS G. C. (1999) Evolución y orígenes de la enfermedad. *Investigación y Ciencia* 268: 4-12.

OPARIN, A. I. y HALDANE, J. B. S. (2006) *L'origen de la vida*. Publicacions de la Universitat de València.

PREVOSTI, A. Y SERRA L. (2000) La evolución biológica, su ritmo y predicción. *Investigación y Ciencia* 291: 4-12.

RUSTING, R. L. (1993) ¿Por qué envejecemos? *Investigación y Ciencia* 197: 74-82.

SCHOPF, J. W. (2000) *La cuna de la vida*. Ed. Crítica. Barcelona.

SINGER, P. (2000) *Una izquierda darwiniana*. Ed. Crítica. Barcelona.

TRIGO, J.M. (2001) *El origen del Sistema Solar*. Ed. Complutense. Madrid. Existe versión en Valenciano publicada por Ed. Portic, Barcelona, 2000.

Descripción rigurosa, documentada y actual del proceso de formación del Sol y los planetas, en un lenguaje asequible.

WEINER, J. (2002) *El pico del pinzón*. Ed. Galaxia Gutenberg. Barcelona.

WEINBERG, S. (1999) *Los tres primeros minutos del Universo*. Alianza Editorial.

- Un clásico de la divulgación científica, escrito por un premio Nobel. Describe con detalle los primeros instantes del Universo de acuerdo con el modelo de la Gran Explosión.

<http://www.astro.ucla.edu/~wright/cosmolog.htm>

Magnífico tutorial sobre Cosmología, en Inglés (tiene versiones en Francés e Italiano).

II. Vivir más, vivir mejor

BARBERÍA, JL. *Último tren para la I+D española*. EL PAÍS 2-12-2007 P 54-55.

Visión de conjunto de la inversión en investigación y desarrollo con cifras sobre las fuentes de financiación.

BAÑOS, JE; BROTONS, C; FARRÉ, M. (1998) *Glosario de Investigación Clínica y Epidemiológica*. Monografías Fundación Dr. Antonio Esteve 23. Barcelona. Disponible en:

<http://www.esteve.org/FEsteve/content/publicaciones/1075713963.73/pub.pdf>

BAÑOS DÍEZ, JE; FARRÉ ALBALADEJO, JE. (2002) *Principios de Farmacología Clínica. Bases científicas de la utilización de medicamentos*. Masson. Barcelona.

Libro básico sobre farmacología clínica incluye capítulos sobre aspectos económicos y sociales. Disponible en la biblioteca de Ciencias de la Salud de la Universitat de València. (Facultad de Medicina y Odontología)

BENITO, E. *Las farmacéuticas ceden a la presión*. El País 1-12-2007 p.34-5

Analiza las relaciones entre países pobres e industria farmacéutica y la influencia de las ONG y la opinión pública. Contiene información interesante sobre las patentes de medicamentos.

BUENO, D. (2007) *Órganos a la carta*. Universitat de Barcelona.

CHAQUÉS BONAFONT, L. (2002) *Estructura y política farmacéutica*. Siglo Veintiuno de España editores. Colección monografías CIS 188. Madrid.

CONSTELA, T. *Cobaya en África. Humano en Europa*. El País 6-04-2008 p.40-41

Reportaje sobre la investigación de medicamentos, describe las fases del ensayo clínico y plantea el problema de la realización de ensayos en países pobres para obtener resultados de los que después se beneficiarán los países ricos.

COTEC. (2006) *Biotechnología y alimentación*. Fundación COTEC. Madrid.

<http://www.cotec.es/index.jsp?seccion=132&id=200701260002>

ESTRUCH J.J. (1998) Plantas resistentes a insectos. *Investigación y Ciencia*. Febrero pp. 46-53.

FRESQUET FEBRER, JL; AGUIRRE MARCO, CP. (2006) *Salut, Malaltia i Cultura*. Publicacions Universitat de València. Educació. Materials nº88. València.

Plantea la salud y la enfermedad desde una perspectiva que integra los diversos factores que pueden influir en ellas, con especial atención a los de la sociedad y la cultura en que estamos inmersos. Hace un análisis transcultural e histórico de cómo la humanidad ha abordado la lucha contra la enfermedad.

GARCÍA OLMEDO, F. (1998). *La tercera revolución verde*. Temas de debate. Madrid.

HERNÁN M, FERNÁNDEZ A, RAMOS M. (2004) *La salud de los jóvenes*. Gac Sanit;18 (sup 1):47-55 Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112003000500009&lng=es&nrm=iso

[91112003000500009&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112003000500009&lng=es&nrm=iso)

Analiza los comportamientos y las opiniones de los jóvenes españoles sobre la salud y sus determinantes, en función de la edad, el sexo y el ámbito de residencia.

LANZA, R. y ROSENTHAL, N. (2004). Investigación con células madre. *Investigación y Ciencia*. Agosto pp. 44-53.

LÓPEZ PIÑERO, J M. (2000) *Breve historia de la medicina*. Alianza Editorial. El libro de bolsillo. Madrid.

MELCHOR I, NOLASCO A, GARCIA-SENCHERMES C, PEREYRA-ZAMORA P, PINA JA, MONCHO J ET AL. *La mortalidad evitable: ¿Cambios en el nuevo siglo?*. Gac Sanit

2008;22:200-209. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112008000300005&lng=es&nrm=iso

Estudia la evolución temporal y la distribución geográfica de la mortalidad evitable en la Comunidad Valenciana en los periodos 1990-1994, 1995-1999 y 2000-2004. Se denomina mortalidad evitable a la producida por enfermedades e incapacidades innecesarias que se podrían haber prevenido o retrasado si la actuación de los servicios sanitarios hubiera sido adecuada.

PEDROSA, A. (2006). *En busca de la inmortalidad*. Fundación José Manuel Lara. Sevilla.

PRÜSS A, KAY D, FEWTRELL L, BARTRAM J. (2002) *Estimating the Burden of Disease from Water, Sanitation, and Hygiene at a Global Level*. Environmental Health Perspectives;110:537-42. Disponible en:

<http://www.ehponline.org/docs/2002/110p533-536tinwell/abstract.html>

Estudia la carga de enfermedad debida al agua y las condiciones higiénicas en diferentes lugares del mundo, compara con la carga de enfermedad debida a otras causas. La carga de enfermedad, cuya unidad de medida son los años de vida ajustados por discapacidad (AVAD, o DALYs en inglés), se define como un indicador que permite medir las pérdidas de salud que para una población representan las consecuencias mortales y no mortales de las enfermedades.

RAINEY, T. y PINGALL, P. (2007). Agricultura transgénica. *Investigación y Ciencia*. Noviembre pp. 60-67.

RAMÓN, D. (1999). *Los genes que comemos*. Ed. Algar, Alzira.

RAMÓN, D. (2004). *Presente y futuro de los alimentos transgénicos*. Sistema 179-180: 31-40.

RAMÓN, D. y GIL, J.V. (2006). *Alimentos transgénicos y nutrición*. En "Nutrición y Salud Pública". (L. Serra y J. Aranceta eds). Masson (Barcelona). pp. 552-557.

REGIDOR E, PASCUAL C, CALLE M, MARTÍNEZ D, DOMÍNGUEZ V. (2003) *Incremento de la diferencia en la supervivencia según la renta per cápita en España en los últimos años del siglo XX*. Gac Sanit.17(5): 404-408. Disponible en:

http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112003000500009&lng=es&nrm=iso

RONALD, P.C. (1998). Creación de un arroz resistente a las enfermedades. *Investigación y Ciencia*. Enero pp. 68-73.

WILMUT, I. (1999) Clonación con fines medicos. *Investigación y*

Ciencia. Febrero pp. 24-29.

WILMUT, I. (2008) Clonación: ¿cambio de dirección? *Investigación y Ciencia*. Octubre pp. 36-37.

Otras páginas Web

<http://www.fecyt.es/fecyt/docs/tmp/-113498390.pdf>

Comité Asesor de Ética en la Investigación Científica y Técnica. (2004). Informe sobre organismos modificados genéticamente en la agricultura y la alimentación.

<http://www.who.int/fsf/GMfood/>

Página web de la OMS sobre alimentos y cultivos transgénicos.

http://www.who.int/topics/essential_medicines/es/

Para aspectos sobre medicamentos esenciales y otros programas de medicamentos de la OMS.

<http://www.who.int/whr/es/index.html>

El Informe sobre la salud en el mundo, publicado por vez primera en 1995, es la principal publicación de la OMS. Cada año el informe combina una evaluación de la salud mundial a cargo de expertos, incluidas estadísticas sobre todos los países, con el análisis de un tema concreto, el de 2008 está dedicado a la atención primaria de salud.

Wikipedia: http://es.wikipedia.org/wiki/Célula_madre

Wikipedia: <http://es.wikipedia.org/wiki/Clonación>

<http://www.fecyt.es/fecyt/docs/tmp/-1899645055.pdf>

Comité Asesor de Ética en la Investigación Científica y Técnica. (2003). Informe FECYT al Gobierno de España sobre la investigación con células madre.

http://www.msd.es/publicaciones/mmerck_hogar/

Manual Merck de información médica para el hogar. Es un libro dirigido a los pacientes que se encuentra en la web del laboratorio farmacéutico MSD. Contiene información sobre enfermedades y medicamentos rigurosa pero en un lenguaje accesible. La edición actual es de 2005.

http://www.undp.org.ar/docs/HDR_20072008_SP_Complete2.pdf

Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo. Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008. El informe se publica cada año y evalúa las condiciones de las diferentes regiones del mundo. El último tiene una primera parte dedicada al cambio climático y a continuación incluye la información sobre el nivel de desarrollo con datos demográficos e indicadores para sanidad y salud.

<http://medlineplus.gov/spanish/>

Para información sobre enfermedades es útil la página de Información para pacientes Institutos Nacionales de la Salud de EEUU, tiene versión en español.

III. Hacia una gestión sostenible del planeta

CAMBERS, G. et al. (2008). *Educación para el desarrollo sostenible. Aportes didácticos para docentes del Caribe*. Banco Mundial. Manual sobre Desarrollo Sostenible. UNESCO: <http://www.oei.es/decada/161768s.pdf>

DELIBES, M. y DELIBES DE CASTRO, M. (2005). *La Tierra herida. ¿Qué mundo heredarán nuestros hijos?* Barcelona: Destino.

DUARTE, C. (Coord.) (2006) *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. CSIC.

EDWARDS, M. (2003). *Una visión global de los problemas y desafíos a los que se enfrenta la humanidad*. En "La atención a la situación del mundo en la educación científica". Tesis doctoral. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia. Servei de Publicacions de la Universitat de València. Capítulo 2. Pp. 29-176. Disponible en las webs

<https://digital.csic.es/handle/10261/3633>

<http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0211104-122215/>

FERNÁNDEZ BAYO, I. y CALVO ROY, A. (2001). *¡Enchúfate a la energía!* Madrid: Ediciones SM.

GAVIDIA, V., LÓPEZ, C. Y RUEDA, J. (2005). *¡Agua!* 2º premio de innovación educativa 2004. MEC.

GORE, A. (2007) *Una verdad incómoda. La crisis planetaria del calentamiento global y cómo afrontarla*. Gedisa. Barcelona.

GUAL, A. y OTROS (2002) *Por una nueva educación ambiental*. Para lectores de 12 a 20 años. Madrid: Biblioteca nueva.

LASZLO, E. (2004) *Tú puedes cambiar el mundo. Manual del ciudadano global para lograr un planeta sostenible y sin violencia*. Madrid: Nowtilus.

LÓPEZ, C., RUEDA, J. y EDWARDS, M. (2003). *Naturaleza, Ecología y Salud*. Formación básica de personas adultas. Generalitat Valenciana.

MARTEN, G. G. (2001) *Ecología Humana: conceptos básicos para el desarrollo sustentable*. Earthscan Publications. Disponible en <http://www.gerrymarten.com/ecologia-humana/indice.html>

MCKEOWN, R. (2002). *Manual de Educación para el Desarrollo Sostenible*. Centro de Energía, Medio Ambiente y Recursos. Universidad de Tennessee. Disponible en http://www.esdtoolkit.org/Manual_EDS_esp01.pdf

MCKEOWN, R. (2002). *Conjunto de herramientas de Educación para el Desarrollo Sostenible*. www.esdtoolkit.org

NOVO, M. (2006) *El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa*. UNESCO - Pearson Educación S.A., Madrid.

PNUD (2008). Informe sobre desarrollo humano 2007/2008. La lucha contra el cambio climático: solidaridad frente a un mundo dividido.

http://www.undp.org.ar/docs/HDR_20072008_SP_Complete2.pdf

THE EARTH WORKS GROUP (2006). *50 cosas sencillas que tú puedes hacer para salvar la Tierra*. Naturart. Barcelona.

VIDAL SILVA, M. D. (2005) *Otro mundo es posible, otro mundo es necesario*. Primer premio nacional de innovación educativa 2004. MEC.

Otras páginas Web

<http://www.nodo50.org/worldwatch/>

Revista Worldwatch (en español).

<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001258/125816s.pdf>

Aprendiendo a luchar contra la desertificación.

<http://buenosdiasplaneta.org/>

Buenos días planeta. Diario virtual de EcoEspaña.

<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001258/125816s.pdf>

Cambio climático. Proyecto ciudadanía ambiental global.

http://www.eird.org/cd/toolkit08/material/otros/cambio_climati-

[co/item.html](#)

Cambio climático. Lo que debemos hacer para ayudar a nuestro planeta.

http://www.expozaragoza2008.es/docs/repositorio/TribunaDeA-gua/docs_pdf/cartazgz-es.pdf

Carta de Zaragoza 2008.

<http://www.ecourban.org/main.php> (Ecourban)

<http://www.ecourban.org/libro/> (Ecolibro)

http://www.oei.es/decada/portadas/AH189_es.pdf

El derecho a la alimentación.

<http://www.intermonoxfam.org/es/page.asp?id=2285>

<http://www.pobrezacero.org/intro.php>

Propuesta educativa: agua y desarrollo. Intermón Oxfman.

http://news.bbc.co.uk/hi/english/static/in_depth/world/2002/dis-posable_planet/

Especiales de la BBC sobre desarrollo sostenible on-line.

http://www.eird.org/cd/toolkit08/material/otros/comprender_el_cambio/item.html

Para comprender el cambio climático. Guía elemental de la convención marco de las Naciones Unidas y el protocolo de Kyoto.

<http://www.worldbank.org/depweb/spanish/beyond/beg-sp.html>

Banco Mundial. Manual sobre Desarrollo Sostenible.

http://www.eird.org/cd/toolkit08/material/otros/derechos_de_los_ninos/item.html

Convención sobre los derechos de los niños.

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/contenidoExter-no/Pub_aula_verde/home.html

Aula verde. Revista de educación ambiental de la Junta de Andalucía.

<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001373/137336s.pdf>

Cuadernos de ejercicios para la enseñanza de los derechos humanos.

<https://digital.csic.es/handle/10261/3633>

<http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0211104-122215/>

Guía de recursos, proyectos y documentos oficiales sobre los temas clave de sostenibilidad disponibles en Internet. En Volumen II, Anexos IX y X de la tesis La atención a la situación del mundo en la educación científica (Edwards, 2003).

<http://www.oei.es/decada/expoa.htm>

Exposición. De la emergencia planetaria a la construcción de un futuro sostenible.

http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/pdf/MDG_Report_2008_SPANISH.pdf

Informe sobre Objetivos del Milenio 2008.

http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/resources/resources_es.htm

Recursos sobre cambio climático de la Comisión Europea.

http://portal.unesco.org/education/es/ev.php-URL_ID=27552&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

UNESCO. Educación para el Desarrollo Sostenible.

IV. Nuevas necesidades, nuevos materiales

BALL, P. (2003) *La invención del color*. Turner/Fondo de cultura económica. Madrid/México.

Se aborda la importancia que han tenido los pigmentos en el desarrollo del arte, entre otros temas

CALLISTER JR, W. (1996) *Ciencia e ingeniería de los materiales*. Ed. Reverté, S.A., Barcelona.

Libro de ciencia de los materiales. Empleado habitualmente en cursos universitarios.

DERRY, T.K y WILLIAMS, T.I. (1995) *Historia de la tecnología*. Siglo veintiuno de España editores, Madrid.

Libro de historia de los materiales, aunque también se encuentran muchas otras cosas.

DURAN, X. (2007) *L'artista en el laboratori*. Ed. Bromera. Alzira (saldrá en castellano a lo largo de 2008).

Se aborda la importancia que han tenido los pigmentos en el desarrollo del arte, entre otros temas.

GORDON, J.E. (1999) *Estructuras, o por qué las cosas no se caen*. Celeste Ediciones, Madrid, 1999.

GORDON, J.E. (2002) *La nueva ciencia de los materiales*. Celeste Edicions, Madrid, 2002.

Los dos libros anteriores tratan sobre materiales estructurales, a nivel de divulgación avanzada.

HUMMEL, R. (1998) *Understanding Materials Science: History, properties and applications*. Springer-Verlag, New York.

Libro de ciencia de los materiales.

MACFARLANE, A. y MARTIN, G. (2006) *La historia invisible. El vidrio: el material que cambió el mundo*. Ed. Océano S. L., Barcelona.

SASS, S.(1998) *The substance of civilization: materials and human history from the stone age to the age of silicon*. Arcade publishing, New York.

Libro sobre historia de los materiales.

SILVA, F.; SANZ, E. y HILL, MC. (1996) *Tecnología Industrial I*. Madrid, 1996.

Los materiales se abordan, sobre todo, en este módulo en los estudios de bachillerato.

<http://www.mrsec.wisc.edu/Edetc/nanolab/>

Página web con videos y muchas más cosas en torno a los materiales (en inglés).

V. La aldea global. De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento

ANASAGASTI, P.M. (2004) *Fundamentos de los computadores*. Ed. Thomson.

FEIT, S. (2006) *Tcp/ip Arquitectura, protocolos E Implementación Y Seguridad*. Ed. MacGraw-Hill.

FRENZEL, L.E. (2003) *Sistemas electrónicos de comunicaciones*. Ed. Alfaomega.

HERNANDO, J. *Comunicaciones móviles*. Ed. Universitaria Ramón Areces.

HERRERÍAS, J.E. (2008) *El PC. Hardware y componentes*. Edición 2008. Ed. Anaya Multimedia.

PATTERSON, A. y HENNESSY, J. L. (2000) *Organización y diseño de computadores*. Ed. Reverté.

PRIETO, A.; LLORIS, A. y TORRES, J.C. (2006) *Introducción a la informática*. Ed. Mc. Graw Hill.

STALLINGS, W. (2004) *Comunicaciones y Redes de Computadoras*. Ed. Pearson.

TANENBAUM, A. (2003) *Redes de Computadoras*. Ed. Pearson.

TOMASI, W. (2003) *Sistemas de comunicaciones electrónicas*. Ed. Pearson.

Revista PC actual. Ed. RBA, mensual.

Otras páginas Web

http://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_Internet

Historia y evolución de Internet en detalle.

http://www.telefonica.es/sociedaddelainformacion/html/informes_home.shtml

Informes sobre la evolución de la sociedad de la información en España.

<http://www.fundacion.telefonica.com/forum/Alfabetizacion/>

Libro on-line: Claves de la Alfabetización Digital, Coordinador: Rafael Casado, 2006.

www.elpais.com/articulo/sociedad/brecha/digital/agrandado/Espana/elpepatec/20070120elpepisoc_1/Tes

Artículo sobre la brecha digital en España.

<http://www.crue.org/pdf/TIC.pdf>

Informe de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE) sobre Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el Sistema Universitario Español.

<http://www.top500.org>

Lista de los 500 supercomputadores más potentes del mundo.