



## CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO

Libro para el profesorado

**Autores:**

Jordi Solbes, Departamento de Didáctica de las Ciencias,  
Universitat de Valencia

Domenec Marco. IES de Almussafes (Valencia)

Francisco Tarín. IES l'Om, Picassent (Valencia)

Manel Traver, IES S. Vicente Ferrer, Algemesí (Valencia)

**Edita:**

Ministerio de Educación (leer.es)

Secretaría de Estado de Educación y Formación Profesional

Traducción: Luis Miguel Maravilla, Vicent Girbés, Asunción Matoses

ÍNDICE



INTRODUCCIÓN



TEMA 1 EL LUGAR DE LA TIERRA EN EL UNIVERSO



TEMA 2 LOS SERES VIVOS Y SU EVOLUCIÓN



TEMA 3 LA REVOLUCIÓN GENÉTICA



TEMA 4 VIVIR MÁS VIVIR MEJOR



TEMA 5 HACIA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL PLANETA



TEMA 6 NUEVAS NECESIDADES NUEVOS MATERIALES



TEMA 7 LA ALDEA GLOBAL



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



# Índice

---

## Introducción

1. Desinterés por el aprendizaje de las ciencias y la enseñanza usual de las mismas
2. La alfabetización científica
  - 2.1. La alfabetización en los procedimientos de la ciencia
  - 2.2. Alfabetización científica y comprensión lectora
  - 2.3. La alfabetización científica y la argumentación
3. El currículo de Ciencias para el mundo contemporáneo
  - 3.1. Finalidades y objetivos
  - 3.2. Contenidos
4. Metodología de enseñanza
5. Características e instrumentos de evaluación
6. Conclusiones

**Tema 1.** El lugar de la tierra en el universo

**Tema 2.** Los seres vivos y su evolución

**Tema 3.** La revolución genética

**Tema 4.** Vivir más, vivir mejor

**Tema 5.** Hacia una gestión sostenible del planeta

**Tema 6.** Nuevas necesidades, nuevos materiales

**Tema 7.** La aldea global: de la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento

## Referencias bibliográficas

# Introducción

---

## 1. Desinterés por el aprendizaje de las ciencias y la enseñanza usual de las mismas

En el Informe Rocard et al. (2008), *Enseñanza de las ciencias ahora: Una nueva pedagogía para el futuro* de Europa se alerta sobre el “*peligro capital para el futuro de Europa*” que supone la disminución de jóvenes que estudian ciencias. Esto obstaculiza el logro en el futuro de una economía del conocimiento, lo que constituye uno de los objetivos de la UE.

Los “*orígenes de esta situación pueden encontrarse en la manera como se enseña la ciencia*”. (Rocard, 2008). Pero, como señalan Solbes, Monserrat y Furió (2007), este desinterés y abandono es un fenómeno complejo, multicausal: de imagen pública de la ciencia; de género, de estatus de la ciencia en el sistema educativo y de la manera en que se enseñan las ciencias.

Dado que ambos estudios coinciden en la enseñanza habitual de las Ciencias, le dedicaremos una especial atención. La enseñanza de las ciencias sigue centrada en los aspectos más conceptuales y propedéuticos y con escasas referencias a otros aspectos que, según la mayor parte de las investigaciones en didáctica de las ciencias, conseguirían una mayor motivación del alumnado y un aumento de su interés hacia el estudio de las ciencias (trabajos prácticos, relaciones CTSA, etc.). Los estudiantes afirman que se trata de una enseñanza de una ciencia aislada del entorno, sin relaciones CTSA, poco útil, que no trata temas de actualidad, sin apenas trabajo práctico (o reducido este a meras “recetas”), con clases aburridas, poco participativas y difícil, especialmente la Física y Química, lo que produce fracaso cuando son evaluados. Esto ha sido constatado en diversas investigaciones y países (Matthews 1991; Dunbar 1999; Solbes y Vilches, 1997).

Posiblemente esto sea así porque la enseñanza de las ciencias suele olvidar que su principal finalidad es: “*preparar a los futuros científicos/ingenieros y a los ciudadanos conjuntamente para participar en una sociedad cada vez más moldeada por la investigación y el desarrollo en ciencia y tecnología*” (Aikenhead, 1994). Los decretos de currículo si suelen tener en cuenta estas finalidades e innovaciones educativas, pero los libros de texto y el profesorado en mucho menor grado. Los libros de texto en escasas ocasiones apuestan por las innovaciones porque las grandes editoriales consideran que de esta forma aseguran la aceptación del profesorado y, con ello, sus beneficios económicos (AA.VV., 1997). Y, los escasos materiales curriculares alternativos, que muestran la forma de llevar a cabo las investigaciones e innovaciones educativas, no cuentan con el apoyo necesario (Caamaño et al., 2001).

En cuanto al profesorado Aikenhead (2003) establece la existencia de tres grandes grupos: a) Profesorado tradicional: partidario de la enseñanza de las ciencias propedéutica, que se resiste a las innovaciones y algunos son comprometidos activistas contra ellas. b) Profesorado partidario de participar en proyectos innovadores para mejorar su enseñanza. c) Profesorado intermedio: no comprometido con ninguno de los otros dos grupos; puede ser razonablemente persuadido hacia uno u otro lado. Estos últimos pueden unirse a los primeros en su rechazo a las innovaciones propuestas por la didáctica de las ciencias. Esto es atribuido, por los propios docentes, a dos causas: a) un currículo educativo amplio a impartir en un número reducido de horas lectivas; b) una falta de formación en didáctica de las ciencias tanto del profesorado novel como del que tiene experiencia docente.

Por último, otra causa nada desdeñable de rechazo de las innovaciones es el carácter tradicional de la evaluación del aprendizaje de las ciencias. En este sentido, los exámenes institucionales de cada país también son responsables, por omisión, de la poca eficacia de los cambios, porque los contenidos de las innovaciones de la enseñanza de las ciencias no suelen estar presentes en ellos, diseñados siempre a favor de los contenidos más tradicionales y propedéuticos (Oliva y Acevedo, 2005). No se plantean medir competencias generales y básicas, las cuales implican la aplicación de conocimientos y procedimientos científicos a situaciones del mundo real como el proyecto PISA (Acevedo, 2005).

Estos exámenes ponen en marcha un círculo vicioso, que es letal para la implantación de las innovaciones: *no se enseña lo nuevo porque no se evalúa...* y no se evalúa porque no se enseña. En definitiva, puede afirmarse que las innovaciones que no se integran armónicamente en los currículos se ven condenadas al fracaso más tarde o más temprano, porque apenas consiguen modificar el resistente núcleo duro propedéutico del currículo real aplicado en las aulas (Fensham, 2004).

## 2. La alfabetización científica

Esto plantea el problema de cómo lograr una educación científica para todos si tenemos en cuenta el fracaso ya existente en las materias científicas así como el desinterés de los estudiantes hacia la ciencia y su enseñanza.

Para muchos la respuesta es la alfabetización científica, que se ha convertido en una exigencia urgente, en un factor esencial del desarrollo de las personas y de los pueblos (National Research Council, 1996). Además, En un mundo repleto de productos de la ciencia, la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad para todos. Pero esto plantea a su vez un nuevo problema: ¿Cómo emprender un proyecto de alfabetización científica que incluya, por definición, a todos los alumnos?

Alfabetizar científica y tecnológicamente no significa extender a toda la población lo que hemos venido haciendo hasta ahora. Tampoco del retorno a lo básico que preconizan algunos, es decir, más matemáticas y lenguas (versión remasterizada de la 1ª alfabetización) y a los contenidos conceptuales tradicionales de las ciencias.

Según diversos autores, para llevar a cabo la alfabetización científica son necesarios:

- Unos objetivos básicos para todos los estudiantes, que convierten a la educación científica en parte de una educación general.
- Un currículum básico común para todos los estudiantes (National Research Council, 1996; Bybee, 1997).
- Estrategias que impidan la incidencia de las desigualdades sociales en el ámbito educativo (Bybee y DeBoer, 1994).
- Y aproximar el aprendizaje de las ciencias a una investigación, a una actividad con aspiración científica, que permitirá a los estudiantes afrontar problemas relevantes y (re)construir los conocimientos científicos (Gabel, 1994; Fraser y Tobin, 1998; Guisasaola et al., 2008; Perales y Cañal, 2000).

Y, ¿cuál podría ser un currículum básico común para todos los ciudadanos? Existe una convergencia básica en la necesidad de ir más allá de la habitual transmisión de conceptos científicos, de incluir una aproximación a la naturaleza de la ciencia y a la práctica científica y de poner énfasis en las relaciones de la ciencia y la tecnología con el entorno natural y social.

Todo ello con vistas a que la enseñanza de las ciencias:

- contribuya a la formación de todas las personas y a su preparación para que puedan participar en la toma de decisiones fundamentada en torno a los problemas y a las posibles actuaciones (Aikenhead, 1985).
- impulse la preparación de los estudiantes como ciudadanos críticos o, en su caso, como científicos y técnicos responsables, capaces de participar en la toma de decisiones (que se oculta alegando incompetencia de la ciudadanía en torno a problemas relacionados con la C y la T y sus implicaciones).

Si esto no se consigue, no se logra la alfabetización científica y tecnológica de toda la ciudadanía en los países desarrollados en que se ha conseguido la alfabetización general. Si esto es así, es difícil plantearse la alfabetización digital, en las nuevas tecnologías de la información y comunicación (NTIC) y, lo que es más grave, se puede producir una situación de déficit democrático. Como el saber es poder, sin alfabetización científica y tecnológica de todos y todas no se garantiza la igualdad en la oportunidad de poseer el conocimiento, la equidad (Reid y Hodson, 1993) y, por tanto, se está desposeyendo a las personas de la posibilidad de ejercer una ciudadanía crítica y de poder tomar decisiones fundamentadas (Aikenhead, 1985).

Esta alfabetización tecno-científica no se puede conseguir sin un conocimiento de los procedimientos de la ciencia y sin la competencia en comunicación lingüística que, como señala la propia convocatoria: *“es especialmente relevante en la formación del alumnado ya que supone la posibilidad de utilizar el lenguaje como instrumento*

de comunicación oral y escrita, de representación, interpretación y comprensión de la realidad, de construcción y comunicación del conocimiento, de organización y autorregulación del pensamiento, de las emociones y de la conducta”. En el núcleo de la competencia en comunicación lingüística está la comprensión lectora entendida como la capacidad de comprender, utilizar y analizar textos escritos para alcanzar los objetivos del lector, desarrollar sus conocimientos y posibilidades y participar en la sociedad. Cuales deban ser estos procedimientos y esta comprensión lectora han sido muy bien desarrolladas por los informes PISA, como veremos a continuación.

## 2.1. La alfabetización en los procedimientos de la ciencia

Así pues, “en ciencias, se debería pedir a los estudiantes que fueran capaces de evaluar pruebas factuales, de distinguir entre teorías y observaciones y de valorar el grado de confianza que hay que conceder a las explicaciones proporcionadas” (Millar y Osborne, 1998). Para ello PISA (2005) identifica 5 procesos científicos:

1. *Reconocer cuestiones científicamente investigables*: Este proceso implica identificar los tipos de preguntas que la ciencia intenta responder, o bien reconocer una cuestión que es o puede ser comprobada en una determinada situación.
2. *Identificar las evidencias necesarias en una investigación científica*: Conlleva la identificación de las evidencias que son necesarias para contestar a los interrogantes que pueden plantearse en una investigación científica. Asimismo, implica identificar o definir los procedimientos necesarios para la recogida de datos.
3. *Extraer o evaluar conclusiones*: Este proceso implica relacionar las conclusiones con la evidencia en la que se basan o deberían basarse. Por ejemplo, presentar a los estudiantes el informe de una investigación dada para que deduzcan una o varias conclusiones alternativas.
4. *Comunicar conclusiones válidas*: Este proceso valora si la expresión de las conclusiones que se deducen a partir de una evidencia es apropiada a una audiencia determinada. Lo que se valora en este procedimiento es la claridad de la comunicación más que la conclusión.
5. *Demostrar la comprensión de conceptos científicos*: Se trata de demostrar si existe comprensión necesaria para utilizar los conceptos en situaciones distintas a las que se aprendieron. Esto supone, no sólo recordar el conocimiento, sino también saber exponer la importancia del mismo o usarlo para hacer predicciones o dar explicaciones.

Procedimientos que se introducen en contenidos seleccionados a partir de los siguientes cuatro criterios:

- Que aparezcan en situaciones cotidianas y tengan un alto grado de utilidad en la vida diaria.
- Que se relacionen con aspectos relevantes de la ciencia, seleccionando aquéllos que con más probabilidad mantengan su importancia científica en el futuro.

- Que sean aptos y relevantes para detectar la formación científica del alumnado.
- Que sean aptos para utilizarlos en procesos científicos y no sólo que correspondan a definiciones o clasificaciones que únicamente deben ser recordadas.

## 2.2. Alfabetización científica y comprensión lectora

El lenguaje es un campo que está adquiriendo cada vez más importancia en la didáctica de las ciencias, con muchas publicaciones monográficas como el de la revista *Alambique sobre Lenguaje y comunicación* (AAVV, 1997) o el *II Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição* (Mortimer y Smolka, 2003). En nuestro país diversos trabajos (Vidal-Abarca y Sanjose, 1998; Vidal-Abarca y Gilabert, 2002) han investigado sobre los niveles de comprensión de la prosa científica o sobre cómo hacer mejores textos expositivos para el aprendizaje. Y, como ya hemos señalado en el apartado 2, es en el núcleo de la competencia lingüística donde se encuentra la comprensión lectora.

Para desarrollarla, el programa PISA (2008) establece cinco procesos (o aspectos) de la «competencia lectora», que son: la obtención de información, el desarrollo de una comprensión general, la elaboración de una interpretación y la reflexión y valoración sobre el contenido del texto y sobre la forma del texto.

Pasamos a continuación a establecer las características de los cinco procesos de la «competencia lectora», así como a presentar actividades para desarrollarlas y evaluarlas, según PISA (2008):

**1. Obtención de información.** En el transcurso de su vida cotidiana es frecuente que los lectores necesiten conseguir una información determinada. Con ese fin, los lectores deben explorar el texto para buscar, localizar e identificar datos relevantes. Los ejercicios de obtención de información requieren que el estudiante localice una serie de datos en el propio texto de acuerdo con los requisitos o características especificadas en las preguntas. El estudiante tiene que detectar o identificar los elementos esenciales de la pregunta.

**2. El desarrollo de una comprensión general** de lo que se ha leído obliga al lector a juzgar el texto globalmente o desde una perspectiva amplia. Esta comprensión inicial puede enseñarse y evaluarse, por ejemplo, pidiendo a los estudiantes que señalen el tema general o el mensaje del texto, o que identifiquen su función o utilidad. Ejemplos de ello son las tareas en las que el lector debe seleccionar o crear un título o una tesis para el texto, explicar el orden de unas instrucciones sencillas o identificar las dimensiones principales de un gráfico o una tabla. Señalar cuál es la idea principal implica determinar la jerarquía de las ideas y seleccionar aquella que tiene un carácter más general y abarcador. Este tipo de tarea revela si el estudiante es capaz de distinguir las ideas clave de los detalles secundarios, o si es capaz de reconocer el resumen del tema principal en una oración o un título.

3. *La elaboración de una interpretación* requiere que los lectores amplíen sus primeras impresiones de un texto con el fin de alcanzar una comprensión más específica o completa de aquello que han leído. La realización de este tipo de tareas exige el desarrollo de una comprensión lógica, ya que los lectores deben procesar la estructura informativa del texto. Como ejemplos de ejercicios que cabe emplear para enseñar y evaluar este proceso, pueden citarse la comparación y contraste de información, la capacidad para hacer inferencias, y la identificación y listado de pruebas. En las tareas de «comparación y contraste» se pide al alumno que reúna dos o más datos informativos extraídos del texto. En ese tipo de tareas, para procesar la información explícita o implícita obtenida a través de una o varias fuentes, el lector a menudo deberá inferir una determinada relación o categoría. Dicho proceso de comprensión también se evalúa en las tareas que piden al estudiante que haga inferencias sobre la intención del autor y que señale en qué se basa para inferir dicha intención.

4. *La reflexión y valoración sobre el contenido del texto* requiere que los lectores relacionen la información en él contenida con unos conocimientos procedentes de otras fuentes. Los lectores deben asimismo contrastar las aseveraciones incluidas en el texto con su propio conocimiento del mundo. En este sentido, es bastante habitual que se pida a los lectores que articulen y defiendan unos puntos de vista propios. Entre las tareas de enseñanza y evaluación que corresponden a este tipo de procesos se cuentan la presentación de argumentos o pruebas exteriores al texto, la valoración de determinados elementos informativos o probatorios, o la aplicación de normas o criterios morales o estéticos. Al estudiante se le pide que proponga o identifique datos informativos suplementarios que refuercen el argumento del autor, o que juzgue si son suficientes las pruebas o la información que aporta el texto. El conocimiento exterior al que se vincula la información textual puede proceder del conocimiento personal del estudiante, de otros textos que se facilitan en la prueba, o de ideas incluidas en la propia pregunta.

5. *La reflexión y valoración sobre la forma del texto* invitan a que el lector se distancie del texto, lo juzgue objetivamente y evalúe su calidad y relevancia. Desempeñan un papel destacado en dichas tareas la familiaridad con las estructuras, los registros y los géneros de los textos. Entre los ejemplos característicos de estas tareas se encuentran aquéllos en los que se debe determinar la utilidad de un texto para la consecución de un propósito específico o el uso que hace el autor de determinados recursos textuales para alcanzar un fin. También puede pedirse al estudiante que describa o comente el estilo empleado por el autor o que identifique cuál es su propósito o su actitud.

### 2.3. La alfabetización científica y la argumentación

Actualmente, se trabaja mucho en el estudio de los razonamientos y argumentaciones de los estudiantes y de como interaccionan con la información aportada por los propios compañeros, por el profesor o por los libros de texto en el aula, es decir, se trata de enseñar al estudiante no sólo a saber hacer ciencia sino también a “hablar de ciencia”, a saber comunicarla (Sanmartí, 1997; Sardá y Sanmartí, 2000; Jiménez Aleixandre et al, 2000; Jiménez Aleixandre y Díaz, 2003; Driver et al., 2000).

Estas investigaciones ponen de manifiesto que el aprendizaje se ve muy favorecido cuando los alumnos participan, hablan y argumentan sobre la ciencia, lo que sólo es posible si las actividades son interesantes y los alumnos están motivados, con lo que se vuelve a plantear la necesidad de incorporar al aprendizaje el cambio actitudinal.

En cuanto a la argumentación, hay que plantear actividades que la promuevan explícitamente. Hay que ir con cuidado, muchas veces hay actividades que dicen "explica, justifica, razona...", pero son palabras que se utilizan indistintamente para pedir una respuesta que no sea una mera definición o descripción. Se trata de enseñar explícitamente a argumentar, de si hay actividades que pidan conclusiones basadas en pruebas o justificadas con fundamentos teóricos y si hay actividades que propongan la realización de debates en los que se pueda argumentar y criticar fundamentadamente el argumento de otra persona. .

En estas actividades se trata de ver los tipos de argumentos empleados por los estudiantes: si están justificados o no, si la justificación es empírica o hipotética, si es simple o compleja (Jiménez Aleixandre et al 2000) y en qué medida manifiestan competencias argumentativas, es decir, si expresan el argumento como una simple opinión o, por el contrario, es una afirmación apoyada en hechos, o justificada con fundamentos teóricos, valores, otros argumentos; si derivan conclusiones basadas en pruebas; si critican fundamentadamente un argumento de otra persona (Toulmin, 1958).

### 3. El currículo de ciencias para el mundo contemporáneo

La alfabetización científica de la ciudadanía no se está consiguiendo en la enseñanza usual de las ciencias, por las razones antes expuestas, es decir, por un currículo educativo amplio a impartir en un número reducido de horas lectivas; por unos libros de texto centrados en los contenidos conceptuales; por una falta de formación en didáctica de las ciencias del profesorado tanto a nivel inicial como permanente, que ha sido formado en la universidad con una determinada visión de la ciencia (a-histórica, descontextualizada, dogmática, etc.), que excluye muchas de sus múltiples dimensiones (Solbes, 2002); por el carácter tradicional de la evaluación del aprendizaje de las ciencias.

Por ello, diversos países han promovido una asignatura que ha sido incorporada al currículo oficial. Su nombre: "*Science for Public Understanding*" (SPU) en Gran Bretaña, "*Enseignement scientifique, série littéraire*" en Francia, y "Ciencias para el mundo contemporáneo" en España que con sus escasas dos horas en primer curso del Bachillerato, difícilmente puede contribuir a resolver los graves problemas que afectan a la enseñanza de las ciencias.

Si se comparan los contenidos de todas ellas encontramos una serie de temas comunes:

- problemas que aparecen con frecuencia en los medios de comunicación (p. ej. "Tabaco y cáncer"),

- procesos y objetos cotidianos (p. e. "Conservación de alimentos", "Detergentes"), que se presentan de manera que no exijan un conocimiento científico profundo, lo que no está reñido con el rigor, y han de proporcionar oportunidad para:
- aplicar leyes y teorías (p. e. "La exploración espacial"),
- poner en práctica los métodos de la ciencia (p. e. "El control en medicamentos"),
- establecer relaciones con la tecnología y la sociedad (p. e. "Qué hacer con los residuos"),
- buscar información y permitir el debate (p. e. "Alimentos transgénicos").

### 3.1. Finalidades y objetivos

La enseñanza de las Ciencias para el mundo contemporáneo en el bachillerato tendrá como objetivo el desarrollo de las siguientes capacidades:

1. Conocer el significado cualitativo de algunos conceptos, leyes y teorías, para formarse opiniones fundamentadas sobre cuestiones científicas y tecnológicas, que tengan incidencia en las condiciones de vida personal y global y sean objeto de controversia social y debate público.
2. Plantearse preguntas sobre cuestiones y problemas científicos de actualidad y tratar de buscar sus propias respuestas, utilizando y seleccionando de forma crítica información proveniente de diversas fuentes.
3. Obtener, analizar y organizar informaciones de contenido científico, utilizar representaciones y modelos, hacer conjeturas, formular hipótesis y realizar reflexiones fundadas que permitan tomar decisiones fundamentadas y comunicarlas a los demás con coherencia, precisión y claridad.
4. Adquirir una imagen coherente de las tecnologías de la información, la comunicación y el ocio presentes en su entorno, propiciando un uso sensato y racional de las mismas para la construcción del conocimiento científico, la elaboración del criterio personal y la mejora del bienestar individual y colectivo.
5. Argumentar, debatir y evaluar propuestas y aplicaciones de los conocimientos científicos de interés social relativos a la salud, el medio ambiente, los materiales, las fuentes de energía, el ocio, etc., para poder valorar las informaciones científicas y tecnológicas de los medios de comunicación de masas y adquirir independencia de criterio.
6. Poner en práctica actitudes y valores sociales como la creatividad, la curiosidad, el antidogmatismo, la reflexión crítica y la sensibilidad ante la vida y el medio ambiente, que son útiles para el avance personal, las relaciones interpersonales y la inserción social.

7. Valorar la contribución de la ciencia y la tecnología a la mejora de la calidad de vida, reconociendo sus aportaciones y sus limitaciones como empresa humana cuyas ideas están en continua evolución y condicionadas al contexto cultural y social en el que se desarrollan.
8. Reconocer en algunos ejemplos concretos la influencia recíproca entre el desarrollo científico y tecnológico y los contextos sociales, políticos, económicos, religiosos, educativos y culturales en que se produce el conocimiento y sus aplicaciones.

Estos objetivos son adecuados para la alfabetización científica, aunque están un tanto mezclados. Encontramos objetivos sobre contenidos conceptuales, pero se insiste correctamente en que tengan incidencia en las condiciones de vida personal y global y sean objeto de controversia social y debate público.

Encontramos objetivos sobre contenidos procedimentales, algunos relacionados con comprensión lectora (como “obtener, analizar y organizar informaciones de contenido científico” o “valorar las informaciones científicas y tecnológicas de los medios de comunicación de masas”, aunque no se mencionan explícitamente la comprensión global o la elaboración de interpretación de un texto), otros con competencias lingüísticas (“argumentar, debatir y evaluar propuestas y aplicaciones de los conocimientos científicos”) y, por último, algunos relacionados con la metodología de la ciencia (como “utilizar representaciones y modelos, hacer conjeturas, formular hipótesis”, pero no se menciona para nada la comprobación de las mismas mediante experimentos u observaciones).

Encontramos, por último, objetivos sobre actitudes y valores, como “poner en práctica actitudes y valores sociales como la creatividad, la curiosidad, el antidogmatismo, la reflexión crítica y la sensibilidad ante la vida y el medio ambiente” o “valorar la contribución de la ciencia y la tecnología a la mejora de la calidad de vida, reconociendo sus aportaciones y sus limitaciones”. También en los objetivos se tiene en cuenta el conocimiento de las relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA) como “reconociendo sus aportaciones (de la ciencia y la tecnología) y sus limitaciones como empresa humana cuyas ideas están en continua evolución y condicionadas al contexto cultural y social en el que se desarrollan” o el objetivo octavo completo.

### 3.2. Contenidos

- 1.- Contenidos comunes. (Distinción entre cuestiones científicas y no científicas; Búsqueda y selección de información; Análisis de problemas científico-tecnológicos; Toma de decisiones; Contribuciones positivas de la ciencia; Limitaciones de la ciencia y la tecnología)
- 2.- Nuestro lugar en el Universo
- 3.- Vivir más, vivir mejor

4.- Hacia una gestión sostenible del planeta

5.- Nuevas necesidades, nuevos materiales

6.- La aldea global. De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento (BOE 06-11-2007, pp.45387-9)

Los contenidos también son adecuados si lo que se pretende es desarrollar una cultura científica para la participación ciudadana a través de cuestiones cotidianas y de repercusión social y conocer mejor el mundo y los grandes debates de la sociedad que conciernen a la ciencia, la tecnología y el medioambiente. También para promover, como pide PISA (2003), la capacidad para emplear el conocimiento científico para identificar preguntas y obtener conclusiones basadas en pruebas, con el fin de comprender y poder tomar decisiones sobre el mundo natural y sobre los cambios que la actividad humana produce en él.

Sin embargo, los libros de texto para esta materia se caracterizan por su enciclopedismo y porque prevalecen los contenidos conceptuales. Los temas CTSA y los valores de la ciencia (Solbes, 1999) se tienen poco en cuenta en muchos textos, por las razones antes mencionadas. Sólo algunos de los que aparecen explícitamente en el propio decreto, como:

2. Los estilos de vida saludables. El uso racional de los medicamentos. Transplantes y solidaridad. Las patentes. La sanidad en los países de bajo desarrollo. La Bioética.

3. La sobreexplotación de los recursos. Los impactos: la contaminación, la desertización, el aumento de residuos y la pérdida de biodiversidad. El cambio climático. Factores que incrementan los riesgos (naturales). Sostenibilidad económica, ecológica y social. Los compromisos internacionales y la responsabilidad ciudadana.

4. El desarrollo científico-tecnológico y la sociedad de consumo: agotamiento de materiales. Análisis medioambiental y energético del uso de los materiales.

5. Control de la privacidad y protección de datos Repercusiones en la vida cotidiana.

Muchos de ellos aparecen como actividades complementarias, es decir, al final del texto tal y como se ha puesto de manifiesto en diversas investigaciones didácticas (Solbes y Vilches, 1997; Solbes y Traver, 1996). Esto es lo que ocurre con los textos periodísticos u otros que podrían mejorar la comprensión lectora de los estudiantes y que, sin embargo, se limitan, mayoritariamente, a la obtención de información y, en pocos casos, a la valoración del texto, quedando olvidados los procesos 2 y 3 de la competencia lectora. A veces se propone que se realice un debate, sin explicar cómo hacerlo, lo que en el fondo supone que éste no se va a hacer.

En principio, y para evitar el carácter enciclopédico de la asignatura antes mencionado, el bloque 1 se introduce transversalmente en los restantes bloques y sólo se plantea desdoblarse los bloques temáticos 2 y 3. El 2, Nuestro lugar en el Universo, en tema 1. El lugar de la tierra en el universo y tema 2. Los seres vivos y su evolución.

El 3, Vivir más, vivir mejor, en tema 3. La revolución genética y tema 4. Vivir más, vivir mejor. A los restantes: 4. Hacia una gestión sostenible del planeta, 5. Nuevas necesidades, nuevos materiales y 6. La aldea global. De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento, se les dedicara un solo tema.

#### 4. Metodología de enseñanza

Se trata de una propuesta de enseñanza aprendizaje por investigación (Gil et al., 1991) que, como dice el informe Rocard (2007), debe ser la nueva pedagogía para el futuro de la enseñanza de las ciencias en Europa.

En esta propuesta los estudiantes realizan pequeñas investigaciones para resolver problemas de interés. Cuando un alumno se plantea un problema que le interesa y trata de resolverlo científicamente, en general, ha de precisarlo, emitir unas hipótesis, elaborar unas estrategias de resolución, etc., y analizar cuidadosamente los resultados y sus posibles consecuencias. Es precisamente en este proceso, adecuadamente impulsado y orientado por el profesor, cuando pueden aparecer de manera funcional (si es que existen) las posibles concepciones alternativas y la consiguiente necesidad de modificarlas haciendo posible la evolución de tales ideas hacia las ideas científicas que se quiere enseñar.

Es preciso resaltar que dicha familiarización con la metodología científica, no puede resolverse de manera parcelada o limitada a los trabajos prácticos. Para que el cambio metodológico pueda llevarse a cabo, es necesario que se extienda a todas las actividades clave en la enseñanza de las ciencias, desde la introducción de conceptos a los trabajos prácticos pasando por la misma resolución de problemas de papel y lápiz. Además, hay que señalar que este modelo también integra la dimensión axiológica del aprendizaje al tener en cuenta las relaciones CTSA (Solbes y Vilches, 1997) en el interés de la situación problemática abordada, en las posibles perspectivas, etc.

Para esta propuesta, es conveniente estructurar la clase en pequeños grupos, porque favorece el nivel de participación y la creatividad necesaria para la emisión de hipótesis, realización de diseños, etc. que se plantean en las actividades, seguidas de puestas en común (que no debe emplear excesivo tiempo) y de intervenciones del profesor, para realizar reformulaciones globalizadoras de las aportaciones de los grupos o incluso -aún cuando éstas sean incompletas para añadir información. Esto no supone una trasgresión del método propuesto, el hecho de que los estudiantes hayan abordado previamente las cuestiones hace que su receptividad ante la información sea superior, al responder a cuestiones que ellos se han planteado. El propósito de los programas de actividades es evitar la tendencia espontánea a primar la actividad del profesor, es decir, a centrar el trabajo en clase en el discurso ordenado del profesor y en su asimilación por parte de los alumnos. Todo ello no excluye las diferentes mediaciones que realice el profesor ni tampoco que alguna actividad pueda consistir en escuchar una exposición del mismo profesor o en la lectura de un texto (para extraer las ideas clave, comentar, etc.).

Estas características son compartidas con otros diferentes modelos de investigación en la escuela (National Research Council, 2000) y se van imponiendo hasta

en la propia Universidad como se puede apreciar en un artículo publicado en *Nature* (Powell, 2003).

## 5. Características e instrumentos de evaluación

La evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias suele reducir su función principal a la calificación de los estudiantes mediante la realización de pruebas terminales centradas, en general, sobre los contenidos conceptuales impartidos. No se tiene en cuenta que la evaluación de cualquier proceso ha de tener como función principal el análisis del funcionamiento del mismo para ver si se cumplen los objetivos previstos y, en caso contrario, retroalimentar adecuadamente el proceso, lo que implicará adoptar las medidas correctoras que se necesiten. Así pues, podemos resumir que las funciones de la evaluación consistirán en: favorecer el aprendizaje, contribuir a mejorar la enseñanza y ajustar el currículo a aquello que pueda ser trabajado con interés y provecho por el alumnado.

Conseguir que la evaluación constituya un instrumento de aprendizaje y se convierta en una *evaluación formativa*, supone dotarla de unas características que sean coherentes con el modelo de aprendizaje seleccionado y con las orientaciones metodológicas detalladas con anterioridad. En particular:

\* Una primera característica que ha de poseer la evaluación para jugar un papel orientador e impulsor del trabajo de los estudiantes es que *pueda ser percibida como ayuda real, generadora de expectativas positivas*. El profesor ha de lograr transmitir su interés por el progreso de los alumnos y alumnas y su convencimiento de que un trabajo adecuado terminará produciendo los logros deseados, incluso si inicialmente aparecen dificultades. Conviene para ello realizar una planificación muy cuidadosa de los inicios del curso y comenzar con un ritmo pausado, revisando los prerrequisitos (para que no se conviertan, como a menudo ocurre, en obstáculo), planteando tareas sencillas, etc.

\* Una segunda característica que ha de poseer la evaluación, para que pueda jugar su función de instrumento de aprendizaje, es su *extensión a todos los aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales del aprendizaje de las ciencias, rompiendo con su habitual reducción a aquello que supuestamente permite una medida más fácil y rápida*: la repetición mecánica de los "conocimientos teóricos" y su aplicación igualmente repetitiva a problemas de lápiz y papel. Se trata de ajustar la evaluación es decir, el seguimiento y la retroalimentación, a las finalidades y prioridades establecidas para el aprendizaje de las ciencias y, en particular, al logro de las competencias indicadas en las orientaciones metodológicas expresadas anteriormente.

Por otra parte, es preciso no olvidar, a la hora de fijar los criterios, que sólo aquello que es evaluado es percibido por los estudiantes como realmente importante. Es preciso, pues, evaluar todo lo que los estudiantes hacen: desde un póster confeccionado en equipo a los informes personales del trabajo realizado. En particular, se ha de resaltar la importancia de estos informes o "portafolios", en los que cada estudiante ha de recoger y organizar el conocimiento construido y que pueden convertirse

-si el profesor se implica en su revisión y mejora- en un *producto* fundamental, capaz de reforzar y sedimentar el aprendizaje, evitando adquisiciones dispersas.

\* Si se acepta que el papel fundamental de la evaluación es incidir positivamente en el proceso de aprendizaje, es preciso concluir que *ha de tratarse de una evaluación a lo largo de todo el proceso y no de valoraciones terminales*. Ello supone integrar las actividades evaluadoras a lo largo del proceso con el fin de incidir positivamente en el mismo, aportando la retroalimentación adecuada y adoptando las medidas correctoras necesarias en el momento conveniente. Una valoración terminal sin posibilidad de retroalimentación de aquello que no se ha aprendido seguramente dificultará el aprendizaje posterior y contribuirá a acentuar la impresión de que no se estudian las cosas para adquirir unos conocimientos útiles e interesantes, sino para pasar unas pruebas.

\* Es necesario que *los estudiantes participen en la regulación de su propio proceso de aprendizaje* dándoles oportunidad de reconocer y valorar sus avances, de rectificar sus ideas iniciales, de aceptar el error como inevitable en el proceso de construcción de conocimientos. En este proceso, la evaluación además ha de contribuir a que los estudiantes vean reconocidos sus esfuerzos de aprendizaje con el consiguiente efecto motivador.

Todos estas características de la evaluación jugarán un papel relevante en la creación de un clima de aula susceptible de facilitar la implicación del alumnado en las tareas que su aprendizaje requiere y, como ha mostrado la investigación y la práctica educativa, de aumentar su interés hacia la ciencia y su aprendizaje.

A título de ejemplos de actividades de evaluación concordantes con la propuesta tenemos Pisa (2008), que evalúa el dominio de los 5 procesos (o aspectos) de la comprensión lectora o Pisa (2005), para evaluar 3 grandes dimensiones del aprendizaje de las ciencias:

- Los procesos o destrezas científicas
- El contexto en el que se aplica el conocimiento científico
- Los conceptos y contenidos científicos

Para ello, estos mismos documentos ofrecen ítems que pueden ser perfectamente adecuados para ello: los 13 ítems de *Conocimiento científico de Pisa (2005) e, incluso, en La lectura en PISA 2000, 2003 y 2006* (2008) hay 5 ítems adecuados a nuestro propósito, porque están relacionados con la ciencia: el lago Chad, la vacunación voluntaria contra la gripe, herramientas científicas de la policía, la tecnología crea necesidad de nuevas normas y las abejas, recolección de néctar.

## 6. Conclusiones

Una enseñanza de las Ciencias para el mundo contemporáneo que tenga en cuenta las finalidades y objetivos, los contenidos, la metodología de enseñanza como investigación y las características de la evaluación que se han expuesto en los

apartados anteriores, favorecerá la alfabetización científica necesaria para preparar ciudadanos que sean capaces de:

- \* obtener y utilizar la información científica para formarse opiniones argumentadas;
- \* implicarse en actividades públicas acerca de asuntos importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología, para lo que se necesita argumentar correctamente tanto verbalmente como por escrito;
- \* y, además, poder compartir la emoción y la realización personal que produce la comprensión del mundo natural y social.

Sin embargo, con una asignatura de 1º de Bachillerato con sólo 2 horas semanales es difícil que se consigan estas competencias, pero quizá favorezca que el profesorado se familiarice con ellas y sea capaz de extrapolarlas a la enseñanza de las ciencias en general.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA INTRODUCCIÓN

- AA.VV. (1997). Los libros de texto, Monográfico, *Alambique*, 11, 5-87.
- AAVV (1997). Monográfico: Lenguaje y comunicación. *Alambique*, 12, 5-87.
- ACEVEDO, J.A. (2005). TIMSS Y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 282-301.
- AIKENHEAD, G.S. (1985). Collective decision making in the social context of science, *Science Education*, 69, (4), 453-475.
- AIKENHEAD, G.S. (2003). Review of Research on Humanistic Perspectives in Science Curricula. Paper presented at the 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA), Research and the *Quality of Science Education*. Noordwijkerhout, The Netherlands (august 19-23).
- BYBEE, R. (1997). Towards an Understanding of Scientific Literacy. En GRAEBER, W., BOLTE, C. (Eds) *Scientific Literacy*. Kiel: IPN.
- BYBEE, R. Y DEBOER, G.B. (1994). Research on goals for the science curriculum. En Gabel, D.L. *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: MacMillan P.C.
- CAAMAÑO, A; GÓMEZ, M.A.; GUTIÉRREZ, M.S; LLOPIS, R. Y MARTÍN-DÍAZ, M.J. (2001). El Proyecto Química Salters: un enfoque ciencia, tecnología, sociedad para la química del bachillerato, en *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia/Tecnología/Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*, Madrid, Narcea.
- DRIVER, R., NEWTON, P. y OSBORNE, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms, *Science Education*, 84, 287-312.
- DUNBAR, R. (1999). *El miedo a la ciencia*. Madrid: Alianza.
- FENSHAM, P.J. (2004). Beyond Knowledge: Other Scientific Qualities as Outcomes for School Science Education. En R.M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk (Ed.), *Science and Technology Education for a Diverse World - dilemmas, needs and partnerships*. International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XIth Symposium Proceedings (pp. 23-25). Lublin, Poland: Maria Curie-Sklodowska University Press.
- FRASER, B.J. y TOBIN, K.G. (Eds) (1998). *International Handbook of Science Education*. London: Kluber Academic Publishers.
- GABEL, D. L. (1994). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: McMillan.
- GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. y MTNEZ-TORREGROSA, J. (1991). *La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona: Horsori-ICE Universidad de Barcelona.

GUISASOLA J. FURIÓ C. & CEBERIO, M. (2008). Science Education based on developing guided research. In M.V. Thomase (Ed.) *Science Education in Focus*. Nova Science Publisher.

JIMENEZ ALEIXANDRE, M. P., BUGALLO, A. y DUSCHL, R. A. (2000). “Doing the lesson” or “doing Science”: Argument in High School Genetics. *Science Education*, 84, 757-792.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. y DÍAZ, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (3), 359-371.

MATTHEWS, M. R. (1991). Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las Ciencias. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 11-12, pp. 141-155.

MILLAR, R. y OSBORNE, J. (1998), *Beyond 2000: Science Education for the Future*, King's College London School of Education

MORTIMER, E. F. y SMOLKA, A. L. (Eds.) (2003). *Anais do II Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição*, Campinas: Faculdade de Educação de Unicamp.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.

NACIONAL RESEARCH COUNCIL (2000). *Inquiry and the Nacional Science Educations Standards. A Guide for Teaching and Learning*. Washington D.C.: Nacional Academia Press.

OLIVA, J.M. Y ACEVEDO, J.A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 241-250

PERALES, F. J. y CAÑAL, P. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil.

POWELL K, 2003, Spare me the lecture, *Nature*, 425, pp 234-237.

Programa PISA (2008). La lectura en PISA 2000, 2003 y 2006. Madrid: MEC.

<http://www.institutodeevaluacion.mec.es/publicaciones/?IdCategoriaPublicacion=3#0>

Programa PISA (2005). Ejemplo de ítems de conocimiento científico. Madrid: MEC.

<http://www.institutodeevaluacion.mec.es/publicaciones/?IdCategoriaPublicacion=3#indice0>

REID, D.J. y HODSON, D. (1993). *Ciencia para todos en secundaria*, Madrid: Narcea.

ROCARD, M. et al. (2007). *Science education Now: A renewed Pedagogy for the future of Europe*. European Communities: Belgium. Traducciones íntegras en francés y alemán y resumida en castellano en *Alambique* (2008). nº 55, 104-117.

[http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf)

SANMARTÍ, N. (1997). Enseñar a elaborar textos científicos en las clases de ciencias. *Alambique*, 12, 51-63.

SARDÁ, A y SANMARTÍ, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un repte en les classes de ciències. *Ensenanza de las ciencias*, 18 (3), 405-423.

SOLBES, J. (1999). Los valores en la enseñanza de las ciencias, *Alambique*, 22, 97-109.

SOLBES, J. (2002). *Les emprentes de la Ciència. Ciència, Tecnologia, Societat: Unes relacions controvertides*. Alzira: Germania.

SOLBES, J. y TRAVER, M. (1996): La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química, *Ensenanza de las ciencias*, 14 (1), 103-112.

SOLBES, J. & TRAVER, M. (2003). Against negative image of science: history of science in the physics & chemistry Education, *Science & Education*, 12, 703-717.

SOLBES, J. & VILCHES, A. (1997). STS interactions and the teaching of physics and chemistry. *Science Education*, 81 (4), 377-386.

SOLBES, J., MONTSERRAT, R. Y FURIÓ, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91-117.

VIDAL-ABARCA E Y GILABERT R (2002) revisión de textos: como hacer mejores textos expositivos para el aprendizaje. En J. A. Leon. *Conocimiento y discurso: claves para inferir y comprender*. Madrid, Pirámide (pp. 185-203).

VIDAL-ABARCA, E. Y SANJOSE, V. (1998). Levels of comprehension of scientific prose: the role of text variables. *Learning and Instruction*, 8 (3), 215-233.

TOULMIN, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

## Tema 1

# EL LUGAR DE LA TIERRA EN EL UNIVERSO

### COMENTARIOS GENERALES

La secuenciación de este tema en el currículo responde a un criterio meramente cronológico. Empieza con lo más antiguo, el origen del Universo, hace unos 13.500 millones de años (Ma) para pasar a la génesis de los elementos, empezando con la nucleosíntesis primordial de elementos ligeros (H, D, T, He...) y siguiendo con la génesis de los restantes por las reacciones nucleares en el interior de estrellas masivas, cuya explosión (novas y supernovas), permite que los restantes elementos pesados formen parte de los sistemas de las nuevas generaciones de estrellas, en los que puede originarse la vida. Todo esto se sintetiza en la brillante expresión de que somos “polvo de estrellas” o cenizas o hijos de las estrellas (Sagan). Se completa el tema con la exploración del sistema solar.

La propuesta de currículo sigue con la formación de la Tierra, hace unos 4.500 Ma mostrando la diferenciación en capas y su dinámica, explicada con la tectónica global. En la Tierra, hace unos 3.500 Ma se produce el origen de la vida. Es un hecho que la vida evoluciona, lo que lleva a introducir la mejor teoría para explicarlo, la selección natural darwiniana y su explicación genética actual. Por último, hace 2 Ma aparecen los primeros homínidos inteligentes, el *Homo habilis*.

Pero esto es contradictorio con otros objetivos y contenidos de la materia, a saber, que el alumno entienda como la ciencia ha llegado a demostrar esas determinadas proposiciones, es decir, como se realiza el trabajo científico.

Es muy difícil que el alumnado comprenda y, en consecuencia, pueda aprender proposiciones difíciles de entender por el ser humano, ya que implican dimensiones (p. e., el tamaño del Universo es de 13.500 millones de años luz, es decir,  $10^{26}$  m) y tiempos (la vida de la Tierra es de 4.500 millones de años) que superan con mucho la escala humana (1,7 m y 70 años). En consecuencia, el alumnado “acepta” estas proposiciones por la autoridad del profesorado, del libro de texto y, de la misma forma, las olvida.

Es decir, el alumnado debe comprender qué hipótesis, observaciones, experimentos, etc., llevan del universo del sentido común centrado en la Tierra, con 7 “errantes” y un millar de estrellas “fijas”, pequeño (con dimensiones menores que las del actual sistema solar) y “creado” hace unos 6.000 años, a un universo poblado por  $10^{11}$  galaxias (universos islas), con un tamaño de  $10^{26}$  m y una duración de 13.500 millones de años.

Debe comprender que la vida, en toda su actual diversidad de especies, no fue creada, como antaño se creía, junto con el universo hace 6.000 años, porque hay evidencias de que las especies evolucionan a partir de otras anteriores, y de que esta evolución requiere mucho tiempo (miles de Ma), lo que exigió que los físicos tuviesen que buscar nuevos procesos que explicasen la edad de la Tierra. Por último, permite comprender que no todo existe para nosotros (los seres humanos o, lo que aún es peor, las actuales generaciones), que existía antes de que el ser humano hiciese su aparición sobre la Tierra y que continuará existiendo cuando ya no estemos aquí. O aplicado a las actuales generaciones, nos permite comprender que no tenemos derecho a explotar el mundo (agotando sus recursos y destruyendo el medio ambiente), olvidando a las generaciones futuras. Estos datos nos dan una buena idea de nuestro lugar en el universo.

Entre las preguntas que los estudiantes formulan, nos interesa destacar algunas como las siguientes: ¿qué relación existe entre la fuerza gravitatoria que ejercen los cuerpos y el movimiento de los planetas o de los cuerpos en el universo?, ¿cuál es la naturaleza de esta interacción? También suelen mostrar interés acerca de los distintos cuerpos del sistema solar y del universo, sus relaciones, cómo ha evolucionado históricamente la concepción del universo, así como a aspectos relativos a la utilidad y a las repercusiones que tiene todo esto en el ámbito tecnológico, en la vida diaria, etc.

Se trata, pues, de un capítulo excepcional desde el punto de vista no sólo científico sino también didáctico, en el que se abordarán con detenimiento, como iremos viendo, aspectos que van a contribuir de forma relevante a mostrar una imagen de la ciencia contextualizada, en toda su riqueza y complejidad: aprovechando los acontecimientos históricos para una mayor comprensión de los conocimientos científicos, considerando los problemas planteados que llevaron a la construcción de dichos conocimientos, abordando las dificultades ideológicas con las que, a lo largo de muchos años, numerosos científicos tuvieron que enfrentarse (persecuciones, condenas...) y, muy en particular, aproximándonos al surgimiento de un nuevo paradigma, basado en unas mismas leyes para todo el universo y fruto del trabajo de muchas personas (Copérnico, Kepler, Galileo, Newton y un largo etcétera), que unificaba la mecánica terrestre y celeste, poniendo fin a una de las barreras que había impedido el avance científico a lo largo de más de veinte siglos.

Y hay que resaltar, insistimos, sus enormes implicaciones en nuestras concepciones del universo y en las actuales formas de vida. De este modo, los estudiantes pueden asomarse a aspectos fundamentales de la actividad científica y tecnológica que a menudo son ignorados en la enseñanza y que pueden contribuir a mostrar su naturaleza de desafío apasionante. Algo absolutamente necesario para romper con el creciente desinterés hacia los estudios científicos, tal y como ha mostrado la investigación didáctica (Simpson et al., 1994; Furió y Vilches, 1997).

El texto del alumno y del profesor se basan en publicaciones previas, dada la gran relevancia didáctica del mismo (Solbes y Tarín, 1996; Hernández et al, 1999; Solbes, 2002; Carrascosa et al. 2005).

## COMENTARIOS AL APARTADO 1. ANTECEDENTES: PRIMERAS IDEAS SOBRE EL UNIVERSO

*FUENTE:* Viñetas de HERGÉ, *Las aventuras de Tintín. El templo del Sol*. Barcelona: Juventud y MONTERROSO, *El eclipse*. Madrid: Alianza.

La primera actividad (A.0) sirve de iniciación al tema y se compone de dos partes. La primera es el cómic de Tintín y la segunda un breve relato de Monterroso y su objetivo es la comprensión lectora. En la 1ª cuestión se pide que obtengan información a partir de la imagen. En la segunda, que elaboren una interpretación sobre la intención del personaje, que es demostrar a los incas su dominio de la naturaleza y la reflexión y valoración sobre el contenido del texto, que desarrolla una creencia bastante extendida en occidente, que “nosotros” sabemos astronomía y los indígenas (incas en esta historieta) no y, en consecuencia, que nuestro conocimiento de la naturaleza nos hace superiores a otros pueblos.

El relato también facilita la realización de actividades de comprensión lectora. En la primera cuestión se pide que obtengan información sobre la época, el lugar y los personajes. La época es los inicios de la colonización de América, es decir, el reinado de Carlos V, el lugar Guatemala (aunque en aquella época no tenía esa denominación) y los personajes un misionero español (que junto con los militares, fueron los primeros protagonistas de la conquista) e indígenas, posiblemente mayas por su ubicación. El modelo astronómico de fray Bartolomé es el de Aristóteles, el geocéntrico. En la segunda cuestión, se trata de que elaboren una interpretación sobre la intención del personaje, que es idéntica a la de Tintín, demostrar a los indígenas su superioridad por su dominio de la naturaleza. Por último, la reflexión y valoración sobre el contenido del texto pone de manifiesto que Monterroso cuestiona la difundida creencia del superior conocimiento de la astronomía en Occidente. Se sabe que los mayas elaboraron 3 precisos calendarios basados en el Sol, la Luna y Venus, y que buscando en qué fecha se daba simultáneamente el inicio de los 3 calendarios, encontraron periodos temporales de millones de años (de ahí las “infinitas fechas” del cuento), cuando en Europa las estimaciones de la edad de la Tierra (y, por tanto, del Universo) se basaban aún en el siglo XVIII en cronologías bíblicas, como veremos en el tema de evolución. Se supone que el edificio conocido como el caracol en la ciudad maya de Chichen Itza pudo haber servido de observatorio astronómico.

La A.1 permite la obtención de información a partir del texto. La A.2 plantea la reflexión y valoración sobre el contenido del texto y permite mostrar que las observaciones astronómicas estuvieron asociadas, desde sus orígenes, a confusas creencias astrológicas, en las que vale la pena detenerse, dado que la astrología mantiene hoy su presencia (y, desgraciadamente, su atractivo) en ciertos sectores culturales.

Resulta necesario, pues, clarificar estas cuestiones y que los estudiantes comprendan que la Astronomía es una ciencia que estudia el universo, mientras que la Astrología es una pseudo-ciencia que pretende, sin pruebas (o, más bien, sin tener en cuenta todas las pruebas en contra), que los planetas influyen en nuestras vidas personales. Y si en tiempo de Ptolomeo la distinción entre ambas no era clara, hoy día sí lo es.

Cuando los estudiantes realicen esta actividad, lo primero que descubrirán será la dificultad de realizar observaciones en la gran mayoría de nuestras poblaciones. Ello puede dar pie al inicio de una discusión acerca de los problemas que plantea la contaminación atmosférica y, muy particularmente, la lumínica, que nos está privando literalmente del paisaje celeste, además de afectar a los ciclos vitales de las plantas y los animales que viven en las ciudades, incluidos los seres humanos. Se trata de un aspecto sobre el que incidiremos en una próxima actividad.

Esta “recuperación” del paisaje celeste se convierte en una actividad particularmente atractiva para muchos estudiantes. Es conveniente, pues, incluir actividades como las siguientes y, a ser posible, organizar observaciones en lugares alejados de las ciudades.

Al margen de establecer este hecho fundamental del giro aparente de la inmensa mayoría de los objetos celestes en torno a la Tierra -con la sola excepción de los planetas-, con estas actividades se pretende que los estudiantes comiencen a familiarizarse con el cielo nocturno, así como con el uso del planisferio, de programas informáticos e, incluso, de telescopios si se dispone de ellos. Algo que deberá ir realizándose a lo largo del tema y, en particular en los últimos apartados, cuando abordemos una visión más actual del universo, ya que en el planisferio se presentan también nebulosas, cúmulos de estrellas y galaxias, etc.

## COMENTARIOS AL APARTADO 2. EL SISTEMA GEOCÉNTRICO

Los estudiantes comprenden así que estas ideas no eran descabelladas, sino que se apoyaban, como hemos visto, en experiencias de la vida cotidiana.

Conviene tener presente, por otra parte, que los estudiantes no sostienen hoy el modelo geocéntrico del universo, ya que conocen los movimientos de la Tierra, así como la estructura del sistema solar. En cambio, sí poseen, como iremos viendo en el desarrollo del tema, concepciones que les hacen pensar que la explicación del movimiento de los cuerpos en la Tierra y sus proximidades es distinta a la de los cuerpos muy alejados de ella, manteniendo todavía, en alguna medida, una clara diferencia entre el mundo celeste y terrestre. Conviene, por lo tanto, que vayan saliendo a la luz sus concepciones, de las que nos ocuparemos a lo largo del desarrollo del tema. De este modo el estudio de la evolución de los modelos acerca de la estructura del universo representa para ellos un verdadero enriquecimiento, que no tiene lugar cuando nos limitamos a transmitir los conocimientos actualmente aceptados.

Puede ser interesante detenerse en mostrar -proporcionando alguna información elemental al respecto (Holton y Brush, 1976; Holton, Rutherford y Watson, 1982; Mason, 1985)- cómo el sistema explicaba los cambios observados en la Tierra a partir de la existencia y combinación de cuatro elementos o “esencias” (tierra, agua, aire y fuego), así como la perennidad del mundo celeste, formado por una “quinta esencia” o éter, de perfección absoluta.

Todo ello da pie a mostrar el carácter colectivo de la ciencia, fruto del trabajo de muchas personas, así como las dificultades con que se enfrentaron las mujeres en

ese ámbito, personificadas, como podemos apreciar en la A.8, en Hypatia, sobre lo que versa la película “Ágora” de Alejandro Amenábar.

La A.9 permite, a partir de la lectura del texto que la precede, permite obtener información y elaborar una comprensión general del mismo.

### COMENTARIOS AL APARTADO 3. EL MODELO HELIOCÉNTRICO

Con la actividad 10, basada en un texto de elaboración propia sobre Copérnico y el modelo heliocéntrico, se pretende, en primer lugar, que los estudiantes obtengan información del mismo. Por último, la tercera cuestión favorece la reflexión y valoración de los argumentos contenidos en dicho texto. Además, permite que se asomen a la historia de la ciencia y conozcan su capacidad para contextualizar el desarrollo científico y mostrar su carácter de aventura colectiva. El establecimiento del modelo heliocéntrico fue, efectivamente, el trabajo de muchas personas, que tuvieron que enfrentarse a serios problemas, ya que sus ideas cuestionaban, como ya hemos señalado, más allá del sistema geocéntrico, la visión jerárquica de la sociedad, que negaba la libertad de pensamiento e investigación en nombre de los dogmas religiosos.

La actividad 12 puede ser una buena ocasión para poner de manifiesto las complejas interacciones entre la ciencia y la tecnología, saliendo al paso de la consideración simplista de la tecnología como mera aplicación de la ciencia (Maiztegui et al., 2002). En efecto, fue el descubrimiento del telescopio (un artefacto tecnológico) lo que hizo posible observaciones fundamentales en apoyo del modelo heliocéntrico. Y esto es algo que encontramos a menudo en el desarrollo de la ciencia y sobre lo que conviene insistir siempre que haya ocasión. Por eso es necesario clarificar, atendiendo al desarrollo histórico de ambas, que la actividad técnica ha precedido en milenios a la ciencia, que la tecnología no es, pues, un subproducto de la ciencia, un simple proceso de aplicación del conocimiento científico para la elaboración de artefactos. Y no se trata tan solo de señalar el impulso que éste u otros desarrollos tecnológicos pueden dar a la ciencia, como es el caso que nos ocupa del telescopio de Galileo. El punto de partida de la Revolución Industrial, por ejemplo, fue la máquina de Newcomen, que era fundidor y herrero. Como afirma Bybee (2000), “Al revisar la investigación científica contemporánea, uno no puede escapar a la realidad de que la mayoría de los avances científicos están basados en la tecnología”. Y ello cuestiona la visión elitista, socialmente asumida, de un trabajo científico-intelectual por encima del trabajo técnico.

Las A.14 y 15 permiten ver que historia de la ciencia es pródiga, desgraciadamente, en conflictos entre dogmatismos y libertad de investigación. La condena a la hoguera de Miguel Servet por atreverse a investigar en el interior del cuerpo humano y la inclusión del *Origen de las especies* en el Index Librorum Prohibitorum, oponiéndose a la revolución científica que supuso el evolucionismo, son dos de los casos más conocidos, que suelen ser señalados por algunos estudiantes. Pero los ejemplos pueden multiplicarse y llegar a nuestros días. Se puede mencionar que los conflictos no sólo han sido con la

religión sino con regímenes absolutistas decimonónicos (ver tema de “Los seres vivos y su evolución”) o dictaduras del siglo XX, que han perseguido no sólo a científicos por su raza o ideología, sino ideas científicas (la relatividad por el nazismo, la genética o la cuántica por el estalinismo o la evolución por el franquismo). Entre los más recientes, la oposición frontal de los creacionistas norteamericanos a la teoría de la evolución o de determinados sectores de ideología conservadora a la investigación con células madre embrionarias. Pero es importante que los estudiantes comprendan que el rechazo del heliocentrismo constituye el ejemplo más paradigmático de resistencia a la libertad de investigación y de oposición absoluta al avance científico. De hecho, como ya hemos señalado, la “rehabilitación” de Galileo por la Iglesia Católica tuvo que esperar a fines del siglo XX.

## COMENTARIOS AL APARTADO 4. LA GRAVITACIÓN UNIVERSAL. LA SÍNTESIS NEWTONIANA

Digamos de entrada que, como han mostrado numerosas investigaciones, muchas personas piensan que “un objeto en órbita no pesa”, puesto que no “cae” a la Tierra. Así, cuando se pide a los estudiantes que “dibujen las fuerzas que actúan sobre un objeto que cae en las proximidades de la superficie terrestre y sobre un satélite puesto en órbita alrededor de la Tierra”, muchos estudiantes consideran que la fuerza neta sobre el satélite ha de ser nula, puesto que “se encuentra en equilibrio”. La separación Cielo-Tierra no es, pues, “una idea absurda del pasado”, sino que responde al sentido común, como tantos otros aspectos del modelo aristotélico. Pero la aplicación consecuente de los principios de la dinámica llevó a Newton -y ha de llevar a los alumnos- a comprender que si la Luna gira (cambia la dirección de la velocidad), debe estar actuando sobre ella alguna fuerza resultante, ya que si no llevaría un movimiento rectilíneo uniforme. ¿Pero cuál podría ser esa fuerza?

En cualquier caso, con la Teoría de la Gravitación Universal, culmina lo que ha sido considerado el paradigma de las revoluciones científicas: por lo profundamente que afectó a los conocimientos científicos; por su repercusión en las concepciones acerca del lugar que los seres humanos ocupamos en el universo; por las dificultades que tuvo que superar (dogmas, fanatismos, persecuciones...); por realizar la integración de dos campos del conocimiento (astronomía y mecánica terrestre) que parecían inconexos... Y aún podríamos añadir: por las repercusiones que siglos después tendría la puesta en órbita de satélites artificiales, que iban a contribuir a transformar radicalmente la vida de los seres humanos. Pero de ese tema hablaremos más adelante. Ahora es preciso completar el estudio del establecimiento de la Ley de la Gravitación Universal, lo cual exige pasar de las intuiciones cualitativas a las formulaciones operativas y a someter a prueba las predicciones cuantitativas.

La actividad 19 es muy importante para salir al paso de errores que los estudiantes tienen sobre las magnitudes del sistema solar. Si toman 10.000 km (aproximadamente el diámetro de la Tierra) como un cm, una simple proporción muestra que Neptuno se encuentra a 4,5 km (y Plutón a 5,94 km). Por tanto, para poder realizar la actividad

es conveniente que los estudiantes midan la distancia más larga en el centro (una valla exterior de 225 m, por ejemplo) y la hagan proporcional a la distancia de Neptuno, lo que puede dar para la Tierra un diámetro de 0,5 mm.

## COMENTARIOS AL APARTADO 5. IMAGEN ACTUAL DEL UNIVERSO

En A.20 se proporciona una nueva y mayor imagen del Universo, en la que el sistema solar y una multitud de miles de millones de estrellas (con sus posibles sistemas) giran alrededor del centro de la galaxia, poniendo de manifiesto el carácter universal de la gravitación.

Teniendo en cuenta que la velocidad de la luz en el vacío es de 300.000 km/s, encontramos en A.21 que el Sol está a unos 150 millones de km. Y Alfa a 41 billones de km, es decir, ¡273.300 veces la distancia entre la Tierra y el Sol! Un año luz son 9,46 billones de km.

En A.23 se sale al paso de una idea bastante extendida entre el alumnado: no se trata de que el núcleo proyectase violentamente hacia el exterior toda la materia que contenía sino de que el espacio se crea en la expansión (Solbes y Tarín 1995).

En A.25 podemos ver que, en la actualidad, no se conoce  $\Omega$  con exactitud y que, en consecuencia, no se puede asegurar si nuestro Universo es abierto, cerrado o plano ni predecir su evolución futura.

## COMENTARIOS AL APARTADO 6. LA CONQUISTA DEL ESPACIO

En la A.26 se pueden mencionar dos razones. En primer lugar, porque el proyectil tiene que pasar de 0 a 11,2 km/s en los 300 m de longitud del cañón, para lo que son necesarias aceleraciones muy superiores a 10 g, máximo tolerable por el ser humano. El profesor puede calcular la aceleración que es necesario darle al proyectil para que en la boca del cañón su velocidad sea igual a la de escape. En segundo lugar porque esas velocidades tan elevadas se obtienen en las capas más bajas de la atmósfera, donde ésta es más densa, con lo cual la fuerza de rozamiento es mayor. En consecuencia si el proyectil no se funde por el rozamiento, se verá muy frenado.

En la siguiente actividad (A.27) podemos ver que la velocidad de rotación de la Tierra sobre sí misma, que es máxima en el Ecuador, se sumará a la del cohete (siempre que se lance en el sentido de rotación de la Tierra). Por tanto la velocidad que se ha de comunicar al cohete es menor cuanto más próxima esté la órbita al Ecuador. Por eso la URSS lanzaba sus cohetes desde Kazajstán (y Rusia sigue haciéndolo) y Europa los lanza desde la Guayana Francesa.

La A.28 es una actividad sobre ingravidez. A este respecto, una idea que aparece en los alumnos y también en el propio Verne es que la gravedad sólo desaparece en el punto neutro entre la Tierra y la Luna, es decir, el punto donde se igualan las fuerzas de atracción de la Luna y la Tierra.

A lo largo del tema ya se han ido realizando pausas de reflexión, a la vez que se ha resaltado el carácter revolucionario del paso del geocentrismo al heliocentrismo, lo que ha permitido comprender el modo de crecimiento de la ciencia y evitado visiones de crecimiento lineal. A la vez que se han analizado esos momentos culminantes en la historia del pensamiento que supusieron la remodelación del cuerpo de conocimientos tras el cuestionamiento de tesis aceptadas durante milenios.

Pero queremos señalar que el final del tema constituye una ocasión privilegiada para abordar aspectos fundamentales de la actividad científica, como lo referido a la recapitulación y las perspectivas abiertas con los desarrollos abordados. Por esta razón, se propone ahora un grupo de actividades que permiten recapitular todo lo estudiado en el tema, revisando y sintetizando lo que supuso esa gran revolución científica, el hundimiento de la barrera que separaba el Cielo de la Tierra, el surgimiento de un nuevo paradigma y la integración, por primera vez en la historia de la humanidad, de dominios aparentemente inconexos.

Una ocasión, también, para tratar de nuevo las relaciones CTSA, que han sido contempladas desde el inicio del tema pero que, tras avanzar en el estudio de la problemática abordada, es necesario analizar con mayor profundidad, conectando los aspectos tratados con los desarrollos tecnológicos y la sociedad y el medio en que se desarrollan (Solbes, 2002). Así, ya nos referimos a lo que supuso la búsqueda de una mejora en las predicciones astronómicas, fundamental para los largos viajes lejos de las costas que tuvieron lugar en el siglo XV y que influyeron en el impulso que recibieron en esos años las investigaciones en el campo de la astronomía. También abordamos las barreras ideológicas a aceptar el movimiento de la Tierra, lo que constituye un magnífico ejemplo del papel subversivo del desarrollo científico, de cuestionamiento de dogmas y barreras a la libertad de pensamiento. Y es posible referirse a la contribución de todos estos desarrollos en acciones transformadoras en la Tierra, facilitando los grandes descubrimientos y con ellos la primera gran globalización y las transformaciones sociales y del medio físico que provocó en todo el planeta, conduciéndonos a la actual situación de emergencia planetaria (Bybee, 1992) que reclama decididas acciones correctoras (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, 1988; Mayor Zaragoza, 2000; Vilches y Gil, 2003).

Y si extendemos la consideración de estas implicaciones hasta nuestros días, nos encontramos con consecuencias aún mayores como, por ejemplo, las posibilidades por los satélites artificiales que han modificado en profundidad la vida en la Tierra, haciendo posible la transmisión casi instantánea de información y de transacciones de todo tipo, así como la predicción de fenómenos atmosféricos, el estudio de la evolución de los ecosistemas, la detección de incendios, etc., sin olvidar las repercusiones negativas que todo esto puede conllevar y que pueden plantear toma de decisiones al respecto.

Se trata, en definitiva, de aspectos fundamentales de la educación científica, a cuya comprensión puede contribuir la realización de la visita a un planetario, que permite relacionar la gravitación con la revolución científico-técnica del siglo XX y profundizar en el conocimiento de la evolución de las ideas científicas, porque

ayudan a mostrar una imagen de la ciencia en conexión con el mundo que nos rodea, con los avances científicos, con temas de actualidad, a ir aproximándonos al conocimiento de nuestros orígenes y, en definitiva, a contestar muchas de las preguntas que los seres humanos teníamos planteadas desde hace mucho tiempo, de una forma abierta, desprovista de mitos y supersticiones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS TEMA 1

BYBEE, R. (2000). Achieving Technological Literacy: A National Imperative. *The Technology Teacher*, September, pp. 23-28.

CARRASCOSA, J., SOLBES, J. y VILCHES, A. (2005). Tierra y cielos, ¿dos universos separados?, pp 243-269, en GIL, D. et al (Ed) *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?*, Santiago OREAL-UNESCO.

COMISION MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL DESARROLLO (1988). *Nuestro futuro común*. Madrid: Alianza.

FURIÓ, C. y VILCHES, A. (1997). Las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias y las relaciones CTS, en DEL CARMEN (Coor). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori, 47-71.

HERNÁNDEZ, J., PAYÁ, J., SOLBES, J. Y VILCHES, J. (1999) *Física y Química 4º de ESO*, València, Barcelona: Riialla-Octaedro.

HOLTON, G. y BRUSH, S. (1976). *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas*. Reverté: Barcelona.

HOLTON, G., RUTHERFORD, F. J. y WATSON, F. G. (1982). *Project Physics. Unit 2. Motion in the Heavens*. New York: Holt-Rinehart-Winston.

MAIZTEGUI, A., ACEVEDO, J. A., CAAMAÑO, A., CACHAPUZ, A., CAÑAL, P., CARVALHO, A. M. P., DEL CARMEN, L., DUMAS, A., GARRITZ, A., GIL, D., GONZÁLEZ, E., GRAS, A., GUIASOLA, J., LÓPEZ, J. A., MACEDO, B., MARTÍNEZ, J., MORENO, A., PRAIA, J., RUEDA, C., TRICÁRICO, H., VALDÉS, P. y VILCHES, A. (2002). Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. *Revista Iberoamericana de Educación*, 28, pp. 129-155.

MASON, S. F. (1985). *Historia de las ciencias*, 5 Vol. Madrid: Alianza.

MAYOR ZARAGOZA, F. (2000). *Un mundo nuevo*, Barcelona : UNESCO. Círculo de lectores.

SAGAN, C. (1982). *Cosmos*. Barcelona: Planeta.

SIMPSON, R. D., KOBALA, T. R., OLIVER, J. S. y CRAWLEY, F. E. (1994). Research on the affective dimension of science learning. En Gabel, D.L (Ed.). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: McMillan Pub.

SOLBES, J. (2002). *Les emprems de la Ciència. Ciència, Tecnologia, Societat: Unes relacions controvertides*. Alzira: Germania.

SOLBES, J. y TARÍN, F. (1996). *Física 2º de Bachillerato*, Barcelona: Ed. Octaedro.

VILCHES, A. y GIL, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.

## Tema 2

# LOS SERES VIVOS Y SU EVOLUCIÓN

---

### COMENTARIOS A.1 y A.2

Se puede iniciar el tema con A.1 que es una actividad que permite conocer las ideas previas de los estudiantes sobre el tema.

A continuación, en A.2 se propone realizar un trabajo de campo, pero previamente hay que planificarlo (Caballer et al., 1993) para no incurrir en las ideas empiristas de la ciencia, que inician el trabajo con la observación.

El objetivo de la actividad es que los estudiantes planifiquen que tipo de información recogerían para hacer el estudio de un espacio natural. En primer lugar, se puede hacer una relación de los seres vivos que habitan en ese medio. A continuación, una relación de aspectos del entorno que influyen sobre los seres vivos y, viceversa, sobre que aspectos del entorno influyen los seres vivos. Esto pone de manifiesto que los seres vivos de un medio y los elementos no vivos establecen complejas interacciones y forman ecosistemas. Sobre los seres vivos influyen dos tipos de factores, unos que provienen de otros seres vivos, los factores bióticos y otros que se deben al conjunto de características físico-químicas del lugar, los factores abióticos (Gavidia, 1987; Caballer et al., 1993). Por otra parte, otro objetivo actitudinal importante es que valoren las riquezas del medio ambiente y, en particular, el de su propio país, y para ello es necesario previamente conocerlo.

La elección de un Parque Natural se debe a que facilita la clasificación de seres vivos, porque aparecen carteles con el nombre de los vegetales y/o animales y suele haber guías de los mismos. Se propone en concreto la elección del Parque Natural del Carrascal de la Font Roja de Alcoi debido a que nos ofrece una magnífica representación del bosque mixto mediterráneo. Por otra parte, la orientación este oeste de la sierra ofrece una clara distinción entre la solana y la umbría y, aunque la altura de la sierra no es grande (su cima, el Menejador, sólo alcanza 1.352 m), se observa en ella una perfecta estratificación de las especies vegetales (Nebot et al., 1993). Estas observaciones no se pueden realizar en las otras sierras más altas de Alicante y más impresionantes a nivel geológico y montaño, como Aitana, 1.558 m; Puig Campana, 1.410 m; Mont Cabrer (Mariola), 1.390 m y Pla de la Casa (Serrella), 1.379 m, debido a su elevada deforestación. Otras razones son la familiaridad del autor con dicha sierra, anterior incluso a su constitución como parque natural, haber realizado varias veces la actividad con alumnado de Primaria y Secundaria, y la existencia de una buena guía del mismo (AA.VV. 1991), así como de otros folletos más recientes.

### COMENTARIOS A.3

Esta labor se ve considerablemente facilitada porque al pie de las diferentes especies vegetales aparece su denominación científica y su nombre común en castellano y en catalán. Respecto a los animales sólo se observan, ordinariamente, algunos insectos, reptiles y aves. Los folletos del parque facilitan su identificación.

Como ponen de manifiesto García y González (1993) los criterios elegidos por los estudiantes pueden variar desde la percepción sensible a criterios ecológicos, económicos e incluso morfológicos, pero difícilmente estructurales.

### COMENTARIOS A.4

Todos estos hechos y muchos otros más que se pueden observar en el parque, como las espinas de algunas plantas, o fuera de él, como por ejemplo, la forma fusiforme de los peces, los delfines, los pingüinos (Gavidia, 1987) se explican porque los seres vivos están *adaptados* a su medio: así las poblaciones arbóreas varían con la altitud (o latitud), con la insolación, temperatura, humedad, etc. Aunque pertenecen a distintas clases de animales son semejantes entre sí porque las alas de pájaros e insectos están adaptadas al vuelo, como la forma fusiforme al agua.

Conviene distinguirlos de los órganos homólogos, aquéllos que tienen la misma o similar estructura interna, pese a que pueden desempeñar funciones diferentes, por ejemplo, las alas de un pájaro o las patas delanteras de un perro, que, posteriormente, explicaremos a través de la teoría de la evolución.

### COMENTARIOS A.5 Y A.6

La A.5 vemos que se trata del libro del Génesis, el primer libro de la Biblia y uno de los más conocidos de la misma.

En A.6 estamos desarrollando la competencia de obtención de información y desarrollo de una comprensión general del texto, donde vemos que tanto la aparición de la Tierra como la de las especies se deben a causas sobrenaturales, a la creación (por eso se denominan creacionistas). En cuanto a las contradicciones observamos que la luz se crea antes que las fuentes de la misma, ya que los 3 primeros días los dedica, con el geocentrismo típico de la antigüedad, a la Tierra. Por otra parte observamos que las especies (incluido el ser humano) aparecieron todas al mismo tiempo, al inicio de la Historia de la Tierra y que, en consecuencia, estas especies son las mismas que tenemos actualmente, es decir, no han cambiado, manteniéndose inmutables, fijas (de ahí que a sus partidarios se les denomine “fijistas”). Por último, conviene hacer notar al alumnado el uso de hombre por ser humano, aunque en el segundo relato de la creación, primero crea el hombre y luego, de una de sus costillas, a la mujer.

## COMENTARIOS A.7

Las competencias lectoras que desarrollamos en este texto, abarcan desde la obtención de información a la elaboración de una interpretación y la reflexión y valoración sobre el contenido del texto. La primera pregunta permite que el alumnado comprenda que el poder coercitivo y la autoridad intelectual establecida pueden prevalecer sobre la verdad, incluso la científica. La 2ª y 3ª preguntas se abordarán con mayor detenimiento a continuación, pero aquí permiten explorar las ideas del alumnado, sus explicaciones sobre la diversidad, no tanto para que el profesorado las conozca, pues probablemente serán similares a las detectadas por la investigación, sino sobre todo para que ellos mismos sean conscientes de qué modelos o ideas están empleando para explicarlo, primer paso para que se produzca el cambio conceptual.

Las explicaciones evolucionistas proponen que las primeras especies han ido cambiando (evolucionando), y que las que existen ahora son diferentes y descienden de aquellas pocas especies primitivas. Para las teorías evolucionistas se debe a causas que tienen que ver con fenómenos naturales, observables, que operan en la actualidad (actualismo) y lo hacen a un ritmo lento y de forma repetida (gradualismo). Para las teorías evolucionistas los mecanismos y leyes de la naturaleza son los mismos para todos los seres vivos, incluido el ser humano, que no se considera por encima de los demás seres vivos.

## COMENTARIOS A.8

En el capítulo anterior “La Tierra en el Universo”, se ha visto la edad de éste y, si los estudiantes la recuerdan, pueden deducir que la edad de la Tierra debe ser menor. Pero una cosa es conocer un dato y otra es comprenderlo. Es lo que se conoce como el problema del tiempo geológico, cuya clarificación costó mucho a la propia ciencia (Gould, 1992). Por todo ello, en el transcurso de la historia de la ciencia ha habido un fuerte debate sobre la edad de la Tierra (Holton y Brush, 1976; Jiménez, 2005), debido a los diversos métodos para calcularla, que se presentan en el libro del alumno.

## COMENTARIOS A.9 y A.10

El objetivo de la actividad A.9 es que los estudiantes concluyan que los métodos de determinación de la edad de la Tierra se basan en las ciencias físicas y químicas. La A.10 tiene su origen en Sagan (1982). Ambas pretenden que el alumnado trabaje con la idea del tiempo geológico, un concepto que presenta serias dificultades de aprendizaje, porque implica procesos que tienen lugar a lo largo de millones de años, mucho mayores que la escala de la vida humana. Se puede utilizar cualquier libro en el que aparezcan las eras y la cronología de los principales acontecimientos de la vida en la Tierra. Aunque los nombres de los períodos son difíciles de recordar, hay una frase en inglés que lo facilita considerablemente: *“Camels ordinarily sit down carefully, perhaps their joints creak”*. De ella salen, en orden cronológico, todos los periodos:

cámbrico, ordovícico, silúrico, devónico, carbonífero, pérmico (de la era paleozoica) y triásico, jurásico y cretácico (de la mesozoica).

Como la Tierra existe desde hace 4.500 millones de años se constata que un día del calendario supone 12,3 millones de años (Ma) y una hora 0,51 Ma. Las bacterias aparecen hace unos 3.500 millones de años, es decir, aparecen hacia el 22 de marzo; las primeras células nucleadas existen hace 2.200 Ma, en consecuencia, aparecen el 5 de julio; los seres pluricelulares hace 700 Ma, o sea, el 4 de noviembre; el “homo habilis” se remonta a hace sólo 2 Ma, es decir, aparece a las 20 horas del 31 de diciembre. Como decía Sagan (1982), la historia humana comienza con las campanadas de año nuevo. Esto ayuda a visualizar la idea del tiempo geológico.

Otros autores (Jiménez Aleixandre, 2005) proponen la visualización mediante una escala métrica en papel sobre la pared, en la que se pueden situar eras y acontecimientos, lo que supone utilizar el espacio como representación o analogía del tiempo, pero ya hemos utilizado escalas espaciales para representar las distancias del sistema solar en el capítulo anterior y no conviene reiterar las actividades.

## COMENTARIOS A.11 y A.12

Aunque las ideas de Lamarck no son aceptadas actualmente por la comunidad científica, es necesario introducirlas porque los estudiantes son, en cierta forma, lamarckistas (Ayuso y Banet, 2002; Jiménez Aleixandre, 1991, 2004 y 2005). Incluso el propio Darwin, al no tener claro el mecanismo de la herencia, recurrió al uso y desuso para explicar la evolución.

Las competencias lectoras que desarrollamos en este A.11 son la obtención de información y el desarrollo de una comprensión general del mismo. Se puede ver que Lamarck explicaba la longitud de patas y cuello en la jirafa por el uso, debido a la necesidad o la costumbre. Inversamente, atribuía al desuso la desaparición de patas de las serpientes. Y suponía que estas características adquiridas se transmitían a la descendencia.

Otra idea errónea, que sostuvo Lamarck y que aún persiste, es la escala lineal de los seres vivos, es decir, que están ordenados en una escala de menor a mayor complejidad o “perfección”. Como denuncia Gould (1991), aún se sigue aplicando a la evolución humana, representada como una marcha hacia el progreso que empieza con los monos y que finaliza con el ser humano actual. Incluso los que sostienen que el siguiente eslabón de la cadena será un “enano cabezón”, como muchas películas de ciencia ficción (*ET; Encuentros en la tercera fase, etc.*), incurrir en lamarckismo, porque suponen implícitamente que la evolución está regida por el uso y desuso (una vida más sedentaria e intelectual produce desuso de las piernas y uso del cerebro) (Arsuaga, 2001).

En A.12 desarrollamos las competencias lectoras de obtención de información y la reflexión y valoración sobre el contenido del texto.

## COMENTARIOS A. 14

La primera parte nos permite realizar una actividad característica del trabajo científico, la medida y la representación de datos (Calatayud et al, 1988). También se podía realizar esta actividad con el peso, pero parece menos adecuado por problemas actitudinales y podría dar pie a comparaciones, a problemas de autoestima, etc. En cuanto a las cualitativas, podemos mencionar, por ejemplo, en los humanos el color de piel, pelo y ojos, el grupo sanguíneo, la capacidad de percibir sabores u olores o para soportar calor, frío u otras condiciones ambientales, etc. Pero estas diferencias dependen de muy pocos genes y muestran la adaptación climática de los grupos humanos. (Lewontin, 1986; Cavalli-Sforza, L. y F., 1994; Lalueza, 2001)

## COMENTARIOS A. 15

Por la selección natural, es decir, porque no hay suficiente alimento o territorio (como señalaba Malthus) o porque son comidos por los depredadores. Según Darwin y Wallace los que sobreviven son los que, al nacer, presentan alguna característica que les resulta ventajosa.

## COMENTARIOS A. 16 Y A. 17

No se trata de que las jirafas estiren el cuello para conseguir alimento, sino que el medio selecciona a las que tienen el cuello más largo que tienen más descendencia. Como señala Jiménez Aleixandre (2005), la segunda actividad es más interesante, porque es más difícil interpretar un caso en el que no se aprecia la ventaja del color amarillo. Es probable que una parte del alumnado lo explique por el color del alimento (maíz amarillo) o por influencia del color del ambiente (paja amarilla), lo que no tendría sentido pues en la granja no ofrece ventaja camuflarse de posibles depredadores. Precisamente esa ausencia de depredadores y la disponibilidad de alimento es lo que permite que sobrevivan pollitos de colores claros y lisos que en el campo serían demasiado visibles. Animales con estas características llegan a tener descendientes y así la población en las granjas llega a tener una alta proporción de esos colores. Una vez más no cambian los individuos sino las poblaciones en sucesivas generaciones.

## COMENTARIOS AL APARTADO 4

Diversos autores (Ruse, 1986; Jiménez Aleixandre, 2005) plantean algunos problemas que mostramos en las actividades de este apartado y que se explican claramente con la teoría de la evolución, con lo que pasan a constituirse en pruebas de la misma. La actividad 18 pone de manifiesto que no sólo las barreras geográficas contribuyen a la especiación, sino otros tipos de aislamiento (Arsuaga, 2001). La actividad 19 muestra como Darwin ofrece una explicación alternativa al diseño; así según la selección natural la adaptación es debida a que sobreviven, no los mejores, sino los que presentan un carácter que se adapta mejor y dejan más descendientes. También los órganos

análogos son fruto de esa adaptación. En la 20 y 21 tanto los órganos homólogos como la no distinción de los embriones de perro y hombre, en las primeras semanas, ponen de manifiesto el origen común.

En la actividad 22 se muestra el árbol de la vida del *Origen de las especies*, que explica claramente la diversidad y los fósiles. En la actividad 23 se sale al paso de algunos problemas de la teoría de Darwin, pero quedan otros (vinculados con la herencia), que se resolverán en el próximo tema. Fruto de estos problemas y de temas ideológicos que veremos en el siguiente apartado, las críticas que recibió el *Origen* fueron muy fuertes. Tanto que en las 5 ediciones posteriores del libro, atenuó algunos de sus argumentos para hacerles frente. Por eso, algunos editores contemporáneos (como por ejemplo, Penguin Books o Edicions 62) prefieren ofrecer la primera edición, que presenta de una forma más clara y con más fuerza la teoría darwiniana sobre el origen y evolución de las especies. Veremos, a continuación, otras dificultades ideológicas contra la teoría.

## COMENTARIOS A.24

*Fuente:* El texto ha sido adaptado de *Les empremtes de la ciència* de Jordi Solbes (2002)

En la actividad desarrollamos las competencias lectoras de obtención de información y la reflexión y valoración sobre el contenido del texto. Se pone de manifiesto que estos conflictos son una muestra más de las relaciones CTS, más en concreto, del papel de la ciencia en la evolución de las ideas filosóficas, religiosas, artísticas, en la legislación y en otros aspectos de la vida social.

## COMENTARIOS A.25

Esta actividad está basada en un texto de elaboración propia. Las competencias lectoras que desarrollamos en este texto abarcan la obtención de información y la elaboración de una interpretación. Aunque antes existían discrepancias sobre las principales contribuciones al neodarwinismo y se valoraba en exceso el papel de las mutaciones, actualmente hay bastante consenso al respecto y a la mutación se la considera un factor más (Arsuaga, 2001). En cuanto al debatido, en su momento, equilibrio puntuado (Gould, 1991), también goza en la actualidad de bastante aceptación.

## COMENTARIOS AL APARTADO 6.1.

Las competencias lectoras que desarrollamos en este texto, de elaboración propia y más extenso que otros, abarcan desde la obtención de información, a la elaboración de una interpretación y la reflexión y valoración sobre el contenido del texto. Como todas las cuestiones sobre orígenes, el origen de la vida resulta una cuestión extraordinariamente compleja (Oparin 1985), sobre la cual sólo tenemos hipótesis que hemos

presentado mediante textos elaborados por los autores que resumen la vastedad del tema y las cuestiones elaboradas permiten evaluar la comprensión que alcanzan los estudiantes de este tema a partir de la lectura de los mismos.

## COMENTARIOS A.29

Si esta cuestión se plantea en una investigación o al inicio del tema (Jiménez Aleixandre, 1991), sólo una pequeña proporción (menos del 10%) de estudiantes de secundaria o bachillerato explican la resistencia a través de la teoría de Darwin, mientras que la mayoría (más del 60%) lo explica “porque se han ido acostumbrando a ese veneno”, “por procesos genéticos de inmunización progresiva”, es decir utilizando la idea de adaptación como proceso, y la herencia de los caracteres adquiridos. Otros dan explicaciones finalistas “las especies han mejorado con el paso del tiempo”. Pero cabe suponer que si se plantean al final del tema los estudiantes serán capaces de aplicar el modelo de selección natural, por la supervivencia diferencial de los que han resistido los insecticidas o antibióticos, de los que se ha producido un amplio y muy a menudo inapropiado uso en una variedad de aplicaciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS TEMA 2

AAVV (1991). *Descobreix el Parc Natural de la Font Roja*, València: Conselleria de Medi ambient.

ARSUAGA, J.L. (2001). *El enigma de la esfinge*, Barcelona: Mondadori.

AYUSO, E.G. y BANET, E. (2002). Pienso más como Lamarck que como Darwin”: comprender la herencia biológica para entender la evolución. *Alambique*, 32, 39-47.

CABALLER, M.J., GIMÉNEZ, I. y MADRID, A. (1993). *Ecosistemas y cambios*, Valencia: Conselleria d’Educació i Ciència.

CAVALLI, L. y F. (1994). *Quienes somos*, Barcelona: Crítica.

CALATAYUD, M.L., CARBONELL, F., CARRASCOSA, J., FURIO, C., GIL, D., GRIMA, J., HERNÁNDEZ, J., MARTÍNEZ, J., PAYÁ, J., RIBÓ, J., SOLBES, J. y VILCHES, A. (1988). *La construcción de las ciencias físico químicas. Programas guía de trabajo y comentarios para el profesor*, València: NAU Llibres.

DARWIN, CH. (1982). *L’origen de les espècies*, Barcelona: Edicions 62.

DAWKINS, R. (1988). *El relojero ciego*, Barcelona: Labor.

GARCIA, J.J. y GONZÁLEZ, P.E. (1993). La diversidad de los seres vivos, en *Atmósfera e hidrosfera. Rocas y seres vivos*, Valencia: Conselleria d’Educació i Ciència.

- GAVIDIA, V. (1987). *Medio Ambiente y adaptaciones*, Madrid: MEC.
- GOULD, S.J. (1991). *La vida maravillosa*, Barcelona: Crítica.
- GOULD, S.J. (1992). *La historia del tiempo*, Madrid: Alianza.
- HOLTON, G. y BRUSH, S. (1976). *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas*. Reverté: Barcelona.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (1991). Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), 248-256.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (2004). El modelo de evolución de Darwin y Wallace en la enseñanza de la Biología. *Alambique* 42, 72-81.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (2005), ¿Cómo enfrentarse al problema de las plagas? El cambio biológico, 329-354 de GIL, D.; MACEDO, B.; MARTÍNEZ, J.; SIFREDO, C.; VALDÉS, P.; VILCHES, A. (ed) *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?*, Santiago: UNESCO.
- LEWONTIN, R. (1984). *La diversidad humana*. Barcelona: Prensa científica.
- LALUEZA, (2001) *Races, racisme i diversitat*. Universitat de Valencia i Bromera, Alzira.
- NEBOT, J.R, TORRÓ, J., MANSANET, C.M. y MARTÍNEZ, A. (1993), *L'Alcoià i el Comtat. Guia natural, històrica i cultural*. Alcoi: Centre de Professors.
- OPARIN, A.I. (1985). *El origen de la vida*, Madrid: Akal.
- RUSE, M. (1987). *Tomándose a Darwin en serio*. Barcelona: Salvat.
- SAGAN, C. (1982). *Cosmos*. Barcelona: Planeta.
- SOLBES, J. (2002). *Les empremtes de la Ciència. Ciència, Tecnologia, Societat: Unes relacions controvertides*. Alzira: Germania.

## Tema 3

# LA REVOLUCIÓN GENÉTICA

---

Estos comentarios no pretenden ser una resolución de las actividades, puesto que éstas pueden contestarse a través de la comprensión del texto. Más bien pretenden ser una guía de las decisiones que se han tomado a la hora de concretar la propuesta del tema.

### COMENTARIOS AL APARTADO 1

*FUENTE: Texto elaborado por el autor.*

La biología moderna está fundamentada en dos paradigmas: la Teoría Celular y la Evolución. Los dos principios básicos de la Teoría Celular son: la célula es la unidad anatómica y funcional de los seres vivos y toda célula procede de una célula preexistente de la que procede por división, lo que permite explicar qué tienen en común todos los seres vivos.

Por otra parte, la Teoría de la Evolución da explicación a la diversidad de los seres vivos. Esta diversidad que, de manera conveniente, llamamos biodiversidad, es una propiedad inherente a la vida, y es consecuencia de la selección natural de los seres vivos para adaptarse a la multiplicidad de medios naturales.

La introducción del tema tiene un tratamiento histórico, porque la Teoría Celular nos obliga a dar cualquier explicación biológica, en este caso la reproducción, en clave celular. Rechazar la generación espontánea va unido a la ley de la Teoría Celular: "toda célula procede de una célula preexistente".

La actividad propuesta no se responde en el texto anterior sino más adelante, pero se supone que es una información que el alumnado ya conoce de cursos anteriores y tan sólo debe recordar algunos aspectos clave que enseguida se revisarán. Por ello la competencia lectora que se pretende desarrollar se refiere a la reflexión y valoración sobre el contenido del texto y revisión de información que ya posee el alumnado.

### COMENTARIOS A LOS APARTADOS 2.1 AL 2.3

*FUENTE: Textos e ilustraciones: p. 2-3 (Ed. Santillana. Ciencias para el mundo contemporáneo. Anguita et al., p. 83 y 87); p. 3-4 (Ed. Anaya. Ciencias para el mundo contemporáneo. Rubio et al., p. 88-89).*

Las semejanzas, los factores que determinan la herencia, también deben tener una base celular: ¿Dónde, en qué parte de la célula se encuentran localizados estos factores determinantes de cómo debe ser y qué es lo que puede hacer una determinada célula? ¿Cómo es el material del que están formados estos determinantes? ¿Cuál es su naturaleza química?

Para la primera pregunta, la respuesta es en el núcleo celular (en las células eucariotas, que son las que tienen núcleo, a diferencia de las procariotas que no tienen) y en las estructuras llamadas cromosomas (unidades morfológicas independientes), que sólo aparecen como unidades individuales, en las células eucariotas, en el momento de la división o en el único cromosoma que presentan las células procariotas.

La respuesta a la segunda pregunta sería que, el material genético, lo que transmite la herencia, está formado por unas moléculas complejas que llamamos ácidos nucleicos, casi siempre en forma de ADN, pero también en forma de ARN (es el caso de los virus).

El paso de la Generación Espontánea como explicación al origen de los organismos vivos, a la Teoría Celular y de aquí a la base molecular de la herencia, se hace imprescindible que lo entienda el alumnado, porque el objeto de estudio del tema, el material a tratar, sería cómo se comporta este material genético, y eso justificaría la introducción que se ha dado al tema.

Pese a ello, el conocimiento de la química de este material no debe ser excesivo, porque por un lado es objeto de estudio de otras asignaturas (Biología y Geología en 1º de Bachillerato) y por otra no puede ser muy extenso para el alumnado del Bachillerato Humanístico y de Ciencias Sociales. Por ello, la estructura del ADN y su replicación se presentan dentro de un cuadro, porque este contenido puede ser opcional. Lo será para el alumnado del Bachillerato Humanístico y de Ciencias Sociales. Y será de repaso para los del Bachillerato Científico-tecnológico.

Lo que sí que deben comprender es que se trata de moléculas complejas y largas que están formadas a partir de cuatro unidades (los nucleótidos) más sencillas y que, como son tan largas, necesariamente deben repetirse a lo largo de la molécula de ADN. Con este fin se ha propuesto la actividad 3, para que, a la vista de esquemas representativos de la molécula del ADN que aparecen en el texto, identifiquen los nucleótidos a lo largo de la molécula así como la complementariedad en la doble cadena; pero siempre con un tratamiento de encadenamiento de moléculas, que se hace imprescindible para poder entender cómo estas moléculas llevan información y cómo pueden expresarse.

En las actividades propuestas en estos apartados se persigue mejorar las competencias lectoras de obtención de información de los textos, elaboración de una interpretación y la reflexión y valoración sobre el contenido del texto.

## COMENTARIOS AL APARTADO 2.4

*FUENTE: Ilustración p. 6 (Ed. Martínez Roca. Orígenes de la vida. Joël de Rosnay, p. 75). Ilustración p. 7 (Ed. Destino. Inmortales y perfectos. Salvador Macip, p. 21).*

Que la información pueda estar guardada en un código, molecular en este caso, basado en la repetición y el orden de unas unidades se hace imprescindible. Por eso habrá que dedicar tiempo, utilizando todos los ejemplos que creamos convenientes.

Esta información es la que hay que pasar de una generación a otra o de una célula a otra, porque es la que determina a un organismo ser como es o a una célula hacer lo que hace. Ahora bien, la funcionalidad a las células la tienen encomendada las proteínas, por eso habrá que entender que esta información se ha de traducir en otras moléculas que son las proteínas. Las proteínas serían los operarios que hacen posible todo lo que la célula puede hacer. En un símil que se puede establecer, serían algo así como los trabajadores de cadenas, y continuando con el símil se puede hablar de cadenas de montaje y desmontaje, que serían las rutas metabólicas.

Al acabar esta parte del tema será necesario que el alumnado tenga clara la diferencia entre gen (trozo de ADN que lleva información de cómo debe ser una proteína) y lo que es el genoma (conjunto de genes que presenta un individuo). Esta diferencia se hace fundamental para entender la manipulación genética, así como la utilidad que tiene el conocer el genoma de una especie.

La ilustración de la página 6, tomada del libro de Joël de Rosnay "Orígenes de la vida", tiene la utilidad "de ilustrar", como si de una fábrica se tratara, cómo se produce el proceso de la transcripción y la traducción, ahora bien, hay que entender que, como hemos considerado antes, se debe hacer de una manera diferente en el bachillerato de ciencias y en el de ciencias sociales y humanístico.

En todos los casos, lo que si debe quedar muy claro es el esquema que aparece en la página séptima y que sería el dogma de la Biología Molecular, porque en caso contrario no se puede entender todo lo que sigue en el tema.

La actividad propuesta en este apartado pretende fomentar la competencia lectora de obtención de información y elaboración de una interpretación a partir de la información dada.

## COMENTARIOS A LOS APARTADOS 2.5 Y 2.6

*FUENTE: Ilustración p. 8 (Ed. Destino. Inmortales y perfectos. Salvador Macip, pag. 21). Texto p. 9 (Ed. Destino. Inmortales y perfectos. Salvador Macip, p. 50-51). Ilustración p. 10 (Ed. Oxford. Ciencias para el mundo contemporáneo. Ramón Núñez, p. 129).*

Empezamos lo que sería el contenido más propio del tema con el genoma humano. Se hace necesario señalar el momento en que se encuentra su estudio y hacer una valoración de la importancia que tiene su conocimiento, tanto por lo que respecta a las perspectivas actuales, como a las futuras. Por ello, se habla de la utilización del genoma, en su conjunto y no gen a gen; el estudio de los polimorfismos, y su relación con los marcadores genéticos, así como la aplicación en el estudio de la llamada huella genética y su utilidad en las pruebas de paternidad.

Siguen unos comentarios a la actividad A.6, cuestión 4: para discutir la idea polémica que aparece en el texto de la actividad sobre que los *polimorfismos pueden ser la causa de una buena parte de nuestra personalidad*.

La idea de que la sangre primero y los genes después determinan el CI, la personalidad, etc. tiene una larga tradición y por ello merece un análisis detallado que ha sido realizado por autores como Gould (1997), Lewontin y otros (1997), Lalueza (2001), etc. Estos autores ponen de manifiesto que es una idea de sentido común y así se puede encontrar expresada en novelas decimonónicas, en las que la fuerza de la sangre mantiene “buenos” a los huérfanos de “buenas” familias a pesar de los medios miserables en que se crían, como *Oliver Twist*, y que alcanza su máxima expresión en el determinismo de la herencia de Zola.

Médicos como Broca, Lombroso y otros, trataron de medir la inteligencia con medidas del tamaño del cerebro. Francis Galton y su discípulo Karl Pearson, con estudios estadísticos, trataron de demostrar que el genio era hereditario. El psicólogo Binet en lugar de medir el cerebro trató de medir la inteligencia, con la idea de identificar a los niños que no podían aprovechar la instrucción y buscar métodos para incrementar esa inteligencia. Esta segunda parte fue olvidada por los psicólogos anglosajones (Goddard, Spearman, Terman y un largo etc.), que elaboran tests que medían una única cantidad innata, el coeficiente intelectual (CI), en gran parte fruto de la herencia y poco modificable por el ambiente familiar, escolar. Esto se ponía de manifiesto objetivamente porque los peores resultados los obtenían personas de la clase trabajadora, de minorías raciales, inmigrantes, etc., lo que explicaba las desigualdades sociales por desigualdades de inteligencia. Se utilizaron sistemáticamente en el ejército, el sistema educativo, los inmigrantes, etc., con una finalidad clasificatoria. Algunos, como Cyril Burt, aceptaban la existencia de diversas inteligencias específicas relacionadas con cada tipo de tarea concreta, pero consideraban que existía una inteligencia general, el CI, que prevalecía sobre ellas. Este autor trató de demostrar el carácter hereditario del CI y la poca influencia del ambiente, haciendo estudios con gemelos educados por familias diferentes que parecían confirmar sus tesis.

No es extraño que partidarios del carácter hereditario de la inteligencia, como Galton o Pearson, defiendan el eugenismo, es decir, la selección planificada de la raza humana por esterilización de los individuos más aptos. Sin llegar tan lejos, los defensores de la inteligencia heredada también suelen ser partidarios de medidas clasificatorias y selectivas en educación. Así Cyril Burt influyó en la implantación en el sistema educativo del examen “*eleven plus*”, que, como nuestras reválidas pasadas, que los alumnos prosiguiesen estudios a partir de una determinada edad si no los superaban.

Lewis M. Terman, creador del test Stanford-Binet (modelo de los posteriores) e introductor del CI era partidario de itinerarios para alumnos superdotados, brillantes, promedio, lentos y especiales, cada uno de los cuales tendría un currículo especializado.

Pero el gran desarrollo de la genética (a partir del descubrimiento de la estructura del ADN por Watson y Crick) dio pie al determinismo genético, en consecuencia una serie de rasgos del individuo, como la inteligencia, están determinados genéticamente. Consecuentemente, a partir de los años 60 vuelven a aparecer teorías sobre el origen hereditario (genético) de la inteligencia como las de Jensen y Eysenk.

Afortunadamente hay muchas corrientes psicológicas, como las teorías de Thurstone o Guilford, que consideran que la inteligencia está constituida por una serie de aptitudes mentales independientes e igualmente importantes, como la comprensión verbal, la numérica, la espacial, la memoria, el razonamiento, etc., lo que imposibilita la clasificación de los individuos en una única escala (el CI). También los conductistas y sus principales críticos, los cognitivos, cuestionan la estabilidad de la inteligencia y centran su estudio en los procesos (conductuales en un caso y cognitivos en el otro) que la constituyen que, como tales procesos, son dinámicos y susceptibles de mejora.

Pero las críticas más aceradas a las teorías de la inteligencia hereditaria provienen de biólogos como los antes mencionados Gould, Lewontin, Rose, Kamis, Lalueza, etc. Ponen de manifiesto como muchos resultados de dichas teorías se han obtenido violando los cánones de la objetividad científica. Cyril Burt falsificó resultados, inventando pares de gemelos idénticos. También han demostrado que los tests de CI incluían referentes culturales específicos, e incluso juicios clasistas, comportamientos socialmente aceptables o estereotipos sociales.

Respecto al determinismo genético subrayan que nadie ha podido relacionar ningún aspecto del comportamiento social humano con un gen particular, ya que los rasgos que manifiesta un organismo, el fenotipo, no están determinados por el genotipo. Son una consecuencia de la interacción de genes y ambiente. Es por tanto un error decir que la biología y la cultura suman el 100 % del individuo, como hacen los que señalan que un determinado % de la inteligencia está determinado por los genes y el resto, por el ambiente. Olvidan la interacción de ambos y que el ambiente es variable y, en consecuencia, esos porcentajes pueden variar con el tiempo.

Se proponen una serie de actividades para favorecer la obtención de información y el desarrollo de una comprensión general del texto.

## COMENTARIOS A LOS APARTADOS 2.7 Y 2.8

*FUENTE: Ilustración p. 11 (Ed. Oxford. Ciencias para el mundo contemporáneo. Ramón Núñez, p. 129). Texto p. 12 (Ed. Taurus. ADN. reelaborado a partir del capítulo "El análisis de las huellas genéticas". Watson, James D. p. varias).*

El texto *“La huella genética y la justicia”* puede tener un carácter voluntario o de trabajo para casa, pero resulta interesante para conocer la controversia que puede producir la ciencia, con sus procedimientos, en otros ámbitos, como el de la justicia, que también tiene sus procedimientos propios, y que son éstos los que, en definitiva, validan la utilidad de una prueba practicada, es decir, si la prueba es legal o no. Estas temáticas, que tienen un carácter más social, siempre pueden servir para motivar y acercar al alumnado a la ciencia porque es donde aparecen muy bien las relaciones ciencia, técnica y sociedad (CTS), objeto de estudio de esta asignatura.

La actividad propuesta en estos apartados busca desarrollar las competencias lectoras de la comprensión general y la reflexión y valoración del contenido del texto.

### COMENTARIOS AL APARTADO 3

*FUENTE: Ilustración, p. 13 (Ed. Taurus. ADN. Watson, James D., p. 93); textos de los cuadros e ilustraciones, p. 14, 17, 18 y 19 (Ed. Destino. Inmortales y perfectos. Salvador Macip, p. 66 y 73, 75-77, 107 y 112); ilustración p. 20 (Ed. Editex. Ciencias para el mundo contemporáneo); texto p. 22 (El Público).*

Acto seguido, el tema se introduce en la ingeniería genética, la biotecnología y los transgénicos. Habrá que entender que, en este apartado, estamos hablando de la manipulación de genes y no de genoma; bien porque se introduce un gen nuevo en un organismo, o bien porque se elimina algún gen, o se modifica alguno de los que tienen los organismos en su genoma. Como en otros temas, se abre un apartado para estudiar las CTS (las relaciones ciencia-técnica-sociedad); así, se analiza la extensión de los cultivos transgénicos, la polémica relacionada con ellos, como la obtención de animales transgénicos. Estos últimos despiertan el interés que resulta del que sean eso: animales y su proximidad a los organismos humanos.

El tema continúa con la manipulación de núcleos celulares enteros, es decir, las transferencias de aquellas partes de la célula donde se encuentra toda la información. Aquí se hace necesario nuevamente recordar el principio de la teoría celular “toda célula procede de la división de una célula preexistente” y que admite otra formulación “todas las células de un organismo pluricelular proceden de una única célula: el cigoto”. En la clonación se trataría de obtener un cigoto con la información que nosotros incorporamos, porque hemos manipulado su núcleo entero, introduciéndole el núcleo que nosotros queremos. Las técnicas de clonación y sus posibilidades aparecen descritas en el texto.

Qué son las células madre, sus tipos y cómo obtenerlas es lo que se trata a continuación. No hará falta obviar el debate social que hay sobre el origen de las células embrionarias y células totipotentes, y el interés de la ciencia por encontrar fuentes de células madre que no sean socialmente polémicas. Un cuadro resume el estado actual de las terapias celulares por considerar que en el uso de estas terapias nos falta un recorrido importante. (Nota: como una de las fuentes de células madre sería el excedente de embriones congelados que resultan del excedente de las fecundaciones in vitro,

habrá que hacer un esbozo de esta técnica, pero que se verá con más detalles y por las razones que se alegan, en el tema siguiente).

En la mayoría de actividades propuestas se pretende desarrollar la obtención de información a partir del texto y comentar aspectos polémicos del mismo, lo que supone una reflexión y valoración sobre el contenido del texto.

## COMENTARIOS AL APARTADO 4

*FUENTE: Texto elaborado por el autor a partir de las normativas legales citadas.*

Un tratamiento sobre bioética se hace necesario, pero habrá que hacer un poco de historia para saber que ésta tiene un origen laico, como respuesta de rechazo a las terribles actividades experimentales realizadas con seres humanos por los nazis y que llevó a establecer el Código de Nuremberg, de cuyo despliegue se deriva todo el actual desarrollo de la bioética, con su corpus legislativo, sus comités operativos, etc.

En la actividad que se propone se desarrollan las competencias lectoras de comprensión general y de reflexión y valoración sobre el contenido del texto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOULD, S. J. (1997). *La falsa idea del hombre*. Ed. Revisada y ampliada. Barcelona: Crítica.

LALUEZA, (2001). *Races, racisme i diversitat*. Universitat de Valencia i Bromera, Alzira.

LEWONTIN, R. (1984). *La diversidad humana*. Barcelona: Prensa científica.

LEWONTIN, R. C., ROSE, S., KAMIS, L. J. (1996). *No está en los genes*. Barcelona: Grijalbo.

## Tema 4

# VIVIR MÁS, VIVIR MEJOR

Estos comentarios no pretenden ser una resolución de las actividades, dado que pueden contestarse una vez leído el texto. Más bien pretenden ser como una guía de las decisiones que se han tomado a la hora de concretar la propuesta.

### COMENTARIOS A LOS APARTADOS 1 Y 2

*FUENTE: Textos en p. 1-5 (Ministerio de Sanidad y Consumo y la página web de la OMS en español).*

Antes de empezar el tema haremos unas consideraciones con respecto al título que se ha escogido para la unidad didáctica: *“Vivir más, vivir mejor”*.

En el título aparecen dos enunciados: en uno de ellos la palabra *vivir* va seguida de *más* y en el segundo *vivir* va seguida de *mejor*. Las dos propuestas están unidas por un signo de puntuación, en este caso una coma. Pero vamos a jugar un poco con este título. En una propuesta uniremos de una manera disyuntiva las dos propuestas; esto es, vamos a cambiarlo por: *“vivir más o vivir mejor”* o también podemos unir las por una *“y”*: *“vivir más y vivir mejor”*. Si ambos enunciados los pasamos a pregunta para formular un deseo, está claro que nuestra respuesta sería la segunda opción porque, sin duda, es la mejor. Pero redundando en la pregunta, y de una manera más serena y reflexiva, será necesario que nos preguntemos: ¿En qué circunstancias vivir más no es vivir mejor? ¿Debemos anteponer el vivir más al vivir mejor? ¿En qué circunstancias? ¿En qué condiciones es pertinente vivir más o vivir mejor? Está claro que el vivir más no necesita ninguna consideración, pero, ¿qué se entiende por vivir mejor?

Este debate, que es un debate social, no se pretende resolver en el tema, porque no es éste el objeto de estudio y, sobre todo, porque no es fácil encontrar respuestas, pero tampoco se hace necesario ocultarlo, ya que el vivir más genera problemas de ámbito social, económico y sanitario en sociedades post-industriales, con poblaciones cada vez de más edad y con unas necesidades de prestaciones de servicios mayores.

Enunciar, que no encontrar soluciones ni alargar las discusiones, nos permitirá, cuando menos, concretar el concepto de salud en las sociedades desarrolladas que no sólo contempla la ausencia de enfermedades, que también, sino que se trata de una propuesta más compleja, ligada al concepto de calidad de vida y sociedad del bienestar, y que se considera, por tanto, un valor tanto individual como social, que tiene una construcción individual (el médico pregunta: ¿cómo se encuentra? No, ¿qué tiene?

Eso lo deberá saber él como profesional). La salud es un derecho, al que tenemos acceso a través del estado de bienestar, pero también un deber: tenemos la obligación de vigilar nuestra salud.

Pero volviendo a las preguntas que pueden derivarse del título de la unidad, es evidente que hay diferencias con respecto al vivir más o vivir mejor. Estas diferencias se relacionan con factores como:

- El estado de desarrollo económico del país o del individuo.
- El estado de desarrollo (técnico y asistencial) del sistema sanitario.
- Diferentes causas de morbilidad entre países ricos y pobres.
- Diferencias debidas a la pertinencia a una clase social.

El alumnado considera que no hay relación entre el estilo de vida individual y las enfermedades (por lo menos a su edad), por eso se hace necesario el trabajar en profundidad el apartado que hace referencia a los condicionantes de la salud, porque nos permitirá después incidir en qué actuaciones individuales o colectivas hay que considerar, a los efectos de mejorar nuestra salud; así, a modo de ejemplo, hay que incidir en que no podremos actuar sobre las enfermedades de origen genético directamente, pero sí, en algunos casos, aplazar su aparición. Así, por lo que respecta al tabaquismo, se ha demostrado que acelera la manifestación de una enfermedad que tiene una causa genética como es el cáncer. Con esta intención se ha pensado (*actividad 4*) y se ha copiado el decálogo de vida saludable de la OMS. Éste enuncia acciones que tienen, en la mayoría, carácter individual, pero habrá que hacer patente aquéllos que tienen carácter colectivo.

Respecto a la actividad 2, no se trata de un problema de percepción sobre el propio estado de salud, sino que la probabilidad de caer enfermo depende del rango laboral y hay estadísticas al respecto en Lewontin (1984) y Punset (2008) y la distancia temporal entre ambos libros pone de manifiesto que esto no ha variado en muchos años. También hay que evitar la posible lectura por parte del alumnado basada en consideraciones machistas sobre la diferencia de percepción del propio estado de salud entre hombres y mujeres, pues no queda claro a qué puede deberse.

El aumento de las expectativas de vida (el vivir más del título), también tiene un impacto social. Habrá que intentar que, en primer lugar, el alumnado se de cuenta de la problemática que conlleva: la morbilidad de las personas mayores, su dependencia, los problemas económicos y sanitarios que se derivan en una población cada vez más envejecida, etc. Y, además, que piense sobre las actuaciones que pueden paliar esta problemática. (Nota: el alumnado desconoce cómo funciona la financiación de las pensiones o la seguridad social. Esta puede ser una buena ocasión para interesar al alumnado que hace el bachillerato de Ciencias Sociales).

Las actividades propuestas en estos apartados iniciales tienen por objetivo elaborar una interpretación de la información que presentan los textos y tablas

que en estos casos en particular requieren relacionar variables aunque sólo sea de forma cualitativa.

## COMENTARIOS A LOS APARTADOS 3 Y 4

*FUENTE: Cuadro en p. 7 (Ed. Santillana. Ciencias para el mundo contemporáneo. Anguita et al., p. 109); cuadros de texto en pp. 8-9 (Ed. Destino. Inmortales y perfectos. Salvador Macip, p. 212).*

La sistematización de las enfermedades se puede hacer desde diferentes criterios. La actividad 6, tan sólo pretende echar una ojeada a un inventario, no será nunca un estudio de cada una de las enfermedades que allí aparecen. La tarea que se pide es que se cambien los criterios con los que se ha hecho la clasificación internacional de las enfermedades, a efectos de que el alumnado se familiarice con la nomenclatura de las enfermedades y resolver alguna duda puntual, pero nunca un estudio de ellas.

A continuación entramos en un apartado que hace referencia al tratamiento de las enfermedades. En este apartado se incide en los medicamentos y su problemática, ya que, por causas diversas, afecta tanto a los países desarrollados como en vías de desarrollo.

En un país desarrollado la calidad del sistema sanitario no tiene como pilar fundamental el acceso al medicamento, sino que, además, dispone de un buen sistema de atención sanitaria primaria, con niveles de competencia profesional en consonancia con su situación económica. Ahora bien, la supervivencia de este sistema pasa por una prudencia en el aumento del gasto sanitario.

En un país subdesarrollado, con recursos económicos limitados, se destina gran parte de su presupuesto sanitario al gasto farmacéutico, para poder satisfacer las necesidades primarias de sus habitantes.

Tanto los países desarrollados como los no desarrollados, coinciden, por razones diferentes, en la necesidad de que el mercado disponga de medicamentos a precio de mercado bajo; los desarrollados, porque la disminución en los gastos farmacéuticos libera dinero que les permite mantener el sistema sanitario de que disponen, y los subdesarrollados porque su población paga directamente los medicamentos, ya que en estos países o bien no hay ninguna financiación sanitaria o bien es muy precaria.

El tener medicamentos baratos en el mercado choca con los intereses de la industria farmacéutica que quiere recuperar los gastos invertidos en la investigación. Este enfrentamiento de intereses, que nos parece del máximo interés, es el que nos ha guiado para tratar este apartado.

Aunque no aparece formulado en la unidad temática, podría pasarse el film *“El jardinero fiel”* (dirigida por Fernando Meirelles, 2005) que trata un tema sobre una mala praxis en un estudio clínico de un medicamento en África.

Otros tratamientos no medicamentosos aparecerán cuando se traten las enfermedades en concreto.

En estos apartados proponemos actividades que requieren la elaboración de una interpretación de la información mostrada (actividad 6), así como el desarrollo de la comprensión general y la reflexión y valoración sobre el contenido del texto (actividad 7).

## COMENTARIOS A LOS APARTADOS 5 Y 6

*FUENTE: Ilustración en p. 10 y cuadros de texto en p. 11-12 (Ed. Destino. Inmortales y perfectos. Salvador Macip, p. 165 y otras); gráficos p. 13 (OMS, página web [www.who.int/es](http://www.who.int/es)); recomendaciones WCRF p. 13 (Página web [www.wcrf.org](http://www.wcrf.org)); cuadros de texto en p. 14 (Ed. Destino. Inmortales y perfectos. Salvador Macip, p. 181); ilustración p. 19 y textos p. 20-21 (Ed. Crítica. El Mono Obeso. Campillo Álvarez).*

El escaso tiempo disponible para la asignatura, nos ha obligado a seleccionar las enfermedades a tratar. Esta selección se ha hecho con diferentes criterios, como: significación social de enfermedad por su incidencia en la población o la falta de curación, pero no de tratamiento, éste es el caso del cáncer o del sida.

Analizada en el primer apartado la incidencia de la pobreza en relación a la salud, habrá que considerar que hay enfermedades que tienen su origen en la riqueza que permite, por un lado, una disponibilidad de recursos, y por otro, estilos de vida propios de los países desarrollados. Bajo el epígrafe de enfermedades de la opulencia se ha agrupado una recopilación de enfermedades que se presentan asociadas, a un gran número de enfermos que viven en los países ricos, y que recibe la denominación, aceptada en este momento, de *síndrome X*. La explicación sobre el origen de este síndrome estaría en un fenómeno llamado *insulinorresistencia* y que puede explicarse recurriendo a la evolución de la especie humana, para explicar que nuestro genoma es del paleolítico, porque, desde entonces, nuestra selección no ha sufrido la presión del medio natural, sino, más bien, la del medio natural modificado por la acción humana resultado de las creaciones culturales. En este sentido se da una breve reseña del libro *El Mono Obeso* de José Enrique Campillo Álvarez, editado por Crítica.

Las actividades contenidas en estos apartados sirven para desarrollar las competencias lectoras de obtención de información, desarrollo de una comprensión general y elaboración de una interpretación de aquello que se ha leído.

## COMENTARIOS AL APARTADO 7

*FUENTE: Ilustraciones en p. 22-23 (Ed. SM. Ciencias para el mundo contemporáneo. Pedrinaci et al., p.86 y 88).*

En este tema se trata también la reproducción asistida. Este contenido podría haber sido tratado en el tema de "La Revolución Genética", relacionándolo con el origen

de las células embrionarias; pero la decisión de tratarlo en este tema es porque, aunque la infertilidad no es una enfermedad (podría serlo para algunas personas, o ser consecuencia de enfermedades), es cierto que para aplicar estas técnicas se hace necesaria la intervención médica y en todos los casos con ingresos hospitalarios más o menos prolongados. Por último, se trata el diagnóstico genético preimplantacional como técnica que tendrá efectos preventivos sobre determinadas enfermedades genéticas o proporcionaría posibilidades de trasplantes entre individuos.

A lo largo de este apartado, y como tema transversal, habrá que mostrar que ha sido necesario desarrollar un corpus legislativo sobre las técnicas de reproducción asistida porque es necesario por cuestiones garantistas. Esto puede motivar a aquellos alumnos que cursan el bachillerato de Ciencias Sociales y están interesados en carreras legislativas o de carácter social.

En este apartado se proponen algunas actividades para desarrollar las competencias de obtención de información y reflexión y valoración sobre el contenido del texto.

## COMENTARIOS AL APARTADO 8

*FUENTE: Ilustraciones en p. 27 (Ed. SM. Ciencias para el mundo contemporáneo. Pedrinaci et al., p.86 y 88); gráficas en p. 30 (O.N.T. página web [www.ont.es](http://www.ont.es)).*

El último apartado está dedicado al sistema inmunitario y, en relación con él, al sida, causado por el virus VIH que lo parasita, y los trasplantes.

El estudio del sistema inmunitario no se hace en mucha profundidad por razones de disponibilidad de tiempo, pero será necesario que el alumnado entienda que se trata de un sistema que sabe distinguir entre aquello que es propio (moléculas propias) de lo que es extraño (moléculas extrañas) y que la respuesta inmunológica tiene una base en un reconocimiento molecular, pero la respuesta del sistema es tanto molecular (anticuerpos séricos) como celular.

¿Qué pasa cuando este sistema falla? ¿Qué pasa cuando hay un parásito que altera este sistema porque lo que hace es, precisamente, parasitarlo? ¿Qué respuesta tiene el sistema inmunitario cuando introducimos células de otro organismo?

El sida es, en este momento, una enfermedad sin cura, pero que se convierte en una enfermedad crónica si se trata con antirretrovirales. Ahora bien, las mejores medidas, en estos momentos son las acciones preventivas, y éste sería un buen momento para tratarlas.

También habría que incidir en que el daño que produce la enfermedad en los países pobres es mucho mayor que en los países ricos, y la especial incidencia de la enfermedad en África y las consecuencias para estos países que no son sólo de índole sanitaria, sino también social y económica.

El tratamiento que se hace del sida, también nos puede permitir reflexionar con el alumnado sobre cuestiones como que:

- Pese a los avances, que son evidentes en materia médica, esto no nos hace inmunes a nuevas enfermedades (sida, gripe A, etc.).
- La respuesta de la comunidad científica debe conducir a establecer la fuente de la enfermedad, su transmisión y su control.
- Aunque el objetivo último de la ciencia ha ser la curación, antes habrá que saber el origen, el estudio de procedimientos encaminados a la prevención y su eficacia, y la investigación de medicamentos que tengan un efecto paliativo de la causa de la enfermedad pero también de sus efectos.
- Se hace necesario dar publicidad a las formas de transmisión y a los tratamientos con el fin de mantener informada a la población.

El sistema inmunitario responde de manera natural a la infección (los microorganismos parásitos son un mosaico de moléculas extrañas), pero la respuesta del sistema es la misma cuando se trata de una infección que cuando se trata de un órgano trasplantado.

Podría servir para entenderlo, explicar que las transfusiones de sangre son un trasplante: es un tejido -la sangre- con células -las células sanguíneas- el que se trasplanta.

Las identificaciones de células propias y extrañas son posibles gracias a la existencia de los antígenos de histocompatibilidad celular. Podemos utilizar el símil de un código de barras para explicar su funcionamiento. El antígeno de histocompatibilidad celular sería un código de barras que se situaría en la membrana celular (el código es de naturaleza proteica). Este código lleva barras diferentes: unas sirven para identificar la especie, otras el tejido, y otras el individuo. Cuando más coincidencias hay entre el código del donante y el receptor, menor es la respuesta del sistema inmune y por tanto más probabilidad de aceptación del órgano.

El trasplante de órganos, en espera de un futuro que nos lleve a nuevas soluciones, pasa por la solidaridad de los donantes y sus familiares. Habrá que debatir con el alumnado este tema.

Las actividades propuestas en este último apartado se orientan a desarrollar las competencias de obtención de información, elaboración de una interpretación y reflexión y valoración sobre el contenido del texto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS TEMA 4

LEWONTIN, R. (1984), *La diversidad humana*, Barcelona, Prensa Científica.

PUNSET, E. (2008), *El viatge a la felicitat*, Barcelona, Edicions 62.

## Tema 5

# HACIA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL PLANETA

---

### COMENTARIOS A.1 y A.2

*FUENTE: Jordi Solbes, Les empremtes de la ciència.*

Los estudiantes mencionan sobre todo lo relativo a impactos y a agotamiento de recursos. La A.2 debe hacer que tomen conciencia de los restantes, de la relación que existe entre ellos y de que, como ponen de manifiesto diversos trabajos (Solbes, 2002; Vilches y Gil, 2003), los problemas son globales y por ellos las soluciones tienen que ser globales.

Se atribuye en muchos casos la responsabilidad de estos problemas a la ciencia y la técnica y, por eso, se producen actitudes negativas de algunas personas hacia las ciencias denominadas “duras” (la física, la química). Pero en realidad son debidos a que las clases dominantes de la sociedad valoran más el beneficio económico o el poder militar que el respeto a la justicia o al medio ambiente.

Es verdad que algunos problemas son fruto de la utilización perversa de la ciencia y, sobre todo, de la técnica -como los armamentos- o se agravan con su aplicación imprudente -como la contaminación-. Pero también es verdad que la ciencia y la técnica pueden contribuir a la solución de la mayor parte de ellos: de la superpoblación con métodos anticonceptivos y planificación familiar, del hambre con biotecnologías, en particular, la ingeniería genética, de la contaminación con su control y con energías y tecnologías alternativas, que a su vez pueden contribuir a la conservación de recursos, etc. Pero la ciencia y la técnica solas no lo pueden hacer. Son condiciones necesarias para resolver los problemas, pero no suficientes, porque también es necesaria la voluntad de cambiar la situación injusta. En resumen, los problemas no se pueden resolver sólo con la ciencia, pero tampoco se podrán resolver sin ella.

Los mismos impactos ambientales presentados ponen de manifiesto que no son debidos a la ciencia y la tecnología, sino al uso que hacen de ellas quienes tienen el poder en la sociedad, es decir, los empresarios, políticos y militares. De hecho, la propia ciencia ha contribuido a poner de manifiesto los problemas ecológicos y a buscar soluciones para ellos. Y si estas soluciones no se aplican es porque no aumentan los beneficios o el poder de quienes pueden tomar esa decisión y porque los ciudadanos no tienen la conciencia suficiente de esos problemas y de lo que pueden hacer para remediarlos, en particular, como consumidores (boicoteando determinados productos, racionalizando el consumo de otros, etc.).

La actividad tiene como objetivo que los estudiantes utilicen su capacidad de comprensión de un texto, la reflexión sobre su contenido y realicen una interpretación.

### COMENTARIOS A.3

Se trata de problemas muy complejos y muy interrelacionados los unos con los otros. Por ejemplo, el aumento de la miseria de los más pobres los obliga a talar más árboles para poder cultivar más tierras. Eso produce una disminución en la absorción de dióxido de carbono (y, por lo tanto efecto invernadero), disminución de la lluvia en la zona desforestada (y, en consecuencia, reducción de las aguas potables), erosión de los suelos sin árboles (se decir, desertización) y, como final del proceso, más miseria. También produce el agotamiento de recursos como el agua por sobreexplotación y por contaminación, con el consiguiente agravamiento de los problemas de pobreza, hambre, enfermedades infecciosas, como la fiebre aftosa, que se trasladan al primer mundo, por emigraciones masivas, guerras, etc.

Con esta actividad los estudiantes reflexionarán sobre el contenido de un texto y buscarán de información relacionada con el mismo.

### COMENTARIOS A.4

De acuerdo con la definición anterior, los estudiantes citarán como ejemplo de recursos naturales el agua, los alimentos, el petróleo, etc. Conviene que el profesor señale que también son recursos el aire, el suelo, los minerales, los seres vivos, etc.

El profesor puede indicar que el concepto de recurso natural es relativo. Un bien de la naturaleza se puede considerar como recurso natural cuando se dispone de la tecnología adecuada para su utilización por los seres humanos. Por ejemplo, el agua de un río será un recurso natural cuando se disponga de un mecanismo que permita realizar un trabajo a partir de la energía cinética de la corriente de agua.

### COMENTARIOS A.5

Los alumnos indicarán sin dificultad que el petróleo, por ejemplo, es un recurso natural que se agotará a corto plazo debido al consumo que se realiza. En este momento se puede introducir el concepto de recursos renovables y no renovables.

- Los recursos naturales renovables no se agotan. Se pueden citar como ejemplos: el agua, el sol, las plantas, los animales, etc.
- Los recursos no renovables se agotan. Son ejemplos de recursos no renovables: los minerales y los combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón).

La explotación de los recursos naturales se ha incrementado en los últimos siglos por varias razones:

- El aumento de la población que ha dado lugar a una gran demanda de recursos naturales.
- El desarrollo de la tecnología permite una extracción más eficiente de los recursos naturales.

La sobreexplotación de los recursos naturales se produce cuando se utilizan o se extraen a una velocidad mayor que la de su regeneración. Las consecuencias derivadas de la sobreexplotación y el peligro de su agotamiento son dos importantes problemas de nuestro mundo.

## COMENTARIOS A.6

FUENTE: <http://www.elmundo.es/elmundo/2008/10/28/ciencia/1225218646.html>

De acuerdo con el Informe Planeta Vivo (WWF/Adena 2008), “La huella ecológica mide la demanda de la humanidad sobre la biosfera en términos del área de tierra y mar biológicamente productiva requerida para proporcionar los recursos que utilizamos y para absorber nuestros desechos”. (Informe Planeta Vivo. WWF/Adena 2008. Pág. 14). Con esta actividad se pretende que los estudiantes obtengan una información.

El objetivo de la cuestión 2 es hacer reflexionar a los estudiantes sobre el problema que se presenta cuando el consumo de un país es mayor que la producción propia. La situación planteada en el texto implica que sería necesaria una superficie de cultivo equivalente a tres veces la de España para que los recursos producidos cubrieran las necesidades de consumo. Se puede plantear a los estudiantes cómo se resuelve el problema de abastecimiento de recursos. Llegarán a la conclusión de que los recursos que no se producen en España proceden de otros países. Con esta actividad se pretende que los estudiantes elaboren una interpretación y reflexionen sobre el contenido del texto.

## COMENTARIOS A.7

En la figura se muestra que la mayor parte del agua dulce se encuentra en los glaciares en forma de hielo. La explotación de este recurso para el consumo y la agricultura es difícil. El agua superficial, procedente de lagos y ríos apenas representa el 0,4% del agua dulce. Dado que este tipo de agua es el que resulta más accesible para el consumo y el riego, se presenta un grave problema en su utilización. Si el consumo es grande, los recursos de agua se agotarán con rapidez. Aunque las aguas subterráneas constituyen el 30% de las reservas de agua dulce, su extracción resulta mucho más cara que la del agua procedente de ríos o lagos. En esta actividad se busca la interpretación de una información gráfica.

## COMENTARIOS A.8

Los datos anteriores ponen de manifiesto que la distribución de la población y de los recursos hídricos utilizables es desigual. Mientras en América del Norte y del Sur, los recursos hídricos son suficientes para la población que habita en ellos, en Europa y en Asia se presenta el caso contrario. Con esta actividad los estudiantes realizan una interpretación y una valoración de un conjunto de datos expresados en forma de tabla.

## COMENTARIOS A.9

El agua se utiliza en numerosas actividades que se desarrollan en las sociedades humanas:

- Consumo doméstico. Limpieza personal, limpieza de la casa, lavado de ropa.
- Consumo público. Riego de jardines, limpieza de calles, fuentes.
- Agricultura. Riego de campos.
- Ganadería. Limpieza de cuadras y establos, alimentación de animales.
- Industria. Procesos de fabricación.
- Minería. Procesos de extracción de elementos.
- Energía. Producción de energía eléctrica en centrales hidráulicas.

En esta actividad los estudiantes deben utilizar su capacidad de interpretar datos a partir de su presentación gráfica. También han de buscar información sobre un aspecto que se indica.

## COMENTARIOS A.10

Los datos indican un aumento del consumo de agua dulce en todo el mundo. En Asia se produce la mayor tasa de crecimiento en el consumo. El desarrollo de esta actividad implica, por parte de los estudiantes, elaborar una interpretación de un conjunto de datos expresados de forma gráfica.

El crecimiento del consumo se produce por varias causas:

- El aumento de la población mundial tiene como consecuencia una necesidad de mayores volúmenes de agua en el consumo doméstico y público.
- El desarrollo de la agricultura y de la industria precisa de mayores cantidades de agua.

Esta actividad tiene como objetivo la interpretación de datos presentados gráficamente y la reflexión sobre ellos.

## COMENTARIOS A.11

Para disminuir la cantidad de agua utilizada en agricultura es conveniente:

- Realizar un mantenimiento de las canalizaciones para evitar las pérdidas de agua.
- Potenciar el riego por goteo.
- Reciclar las aguas residuales urbanas para reutilizarlas en el riego.

En la casa se puede disminuir el consumo de agua aplicando medidas muy sencillas:

- Reparar los grifos para evitar los goteos.
- Llenar la lavadora y el lavavajillas.
- Utilizar una cisterna de doble pulsador.
- Ducharse en vez de bañarse y cerrar el grifo mientras se enjabona.
- Cerrar el grifo mientras se cepillan los dientes.
- Regar las plantas al anochecer.

Como medidas generales se pueden indicar:

- Utilizar desaladoras para convertir el agua salada en agua dulce.
- Proteger los humedales.
- Plantar árboles en zonas degradadas para evitar la erosión del suelo y favorecer la carga de los acuíferos.

## COMENTARIOS A.12

Los principales usos del suelo son la agricultura y la extracción de minerales. También se pueden citar otros como la ganadería, la explotación de los bosques y la urbanización de zonas para la construcción de edificios.

## COMENTARIOS A.13

Los datos que aparecen en la figura indican que la producción agrícola mundial ha experimentado un proceso de crecimiento. Este aumento es particularmente alto en los países en desarrollo. Por el contrario, se observa que en los países desarrollados la producción agrícola experimenta una disminución.

Los datos presentados de forma gráfica permiten que los estudiantes utilicen la comprensión y reflexionen sobre los mismos.

## COMENTARIOS A.14

*FUENTE: Elaboración propia*

Con esta actividad (C1) se pretende desarrollar una comprensión general del texto. Los estudiantes contestarán que la agricultura intensiva se caracteriza por la utilización masiva de fertilizantes, insecticidas y pesticidas con el objeto de conseguir el máximo rendimiento en cada cosecha. También emplea semillas modificadas genéticamente y maquinaria agrícola muy desarrollada que evita el trabajo manual.

Para desarrollar una agricultura sostenible con el medio ambiente (C2) se pueden utilizar las siguientes medidas:

- Diversificar los cultivos utilizando semillas o plantas de especies diferentes.
- Utilizar fertilizantes naturales o el cultivo de plantas especiales que al morir proporcionan al suelo los nutrientes necesarios. Las leguminosas, por ejemplo, proporcionan nitrógeno al suelo.
- Utilizar métodos naturales para el control de las plagas.
- Realizar la rotación de cultivos, es decir, alternar el cultivo de plantas diferentes para evitar el agotamiento del suelo.
- Desarrollar el crecimiento y multiplicación de los organismos que viven en el suelo para evitar la compactación.

Los estudiantes deben realizar una reflexión sobre el contenido del texto con el objeto de deducir los procedimientos necesarios para alcanzar una agricultura sostenible.

## COMENTARIOS A.15

*FUENTE: Elaboración propia*

La ganadería intensiva (C1) tiene como objetivo conseguir el máximo rendimiento en la producción: Para ello se utilizan piensos compuestos, sustancias (como las hormonas o los antidiuréticos) que contribuyen al engorde artificial de los animales. Se crean ambientes artificiales para conseguir un rápido crecimiento de los animales.

La cuestión 2 tiene como objetivo el que los estudiantes reflexionen sobre los aspectos negativos de la ganadería intensiva, especialmente las consecuencias que tiene en el medio ambiente una producción excesiva de excrementos y la pérdida de especies explotadas tradicionalmente pero abandonadas por no ser económicamente rentables.

Con esta actividad se pretende que los estudiantes desarrollen la comprensión general del texto y realicen una interpretación.

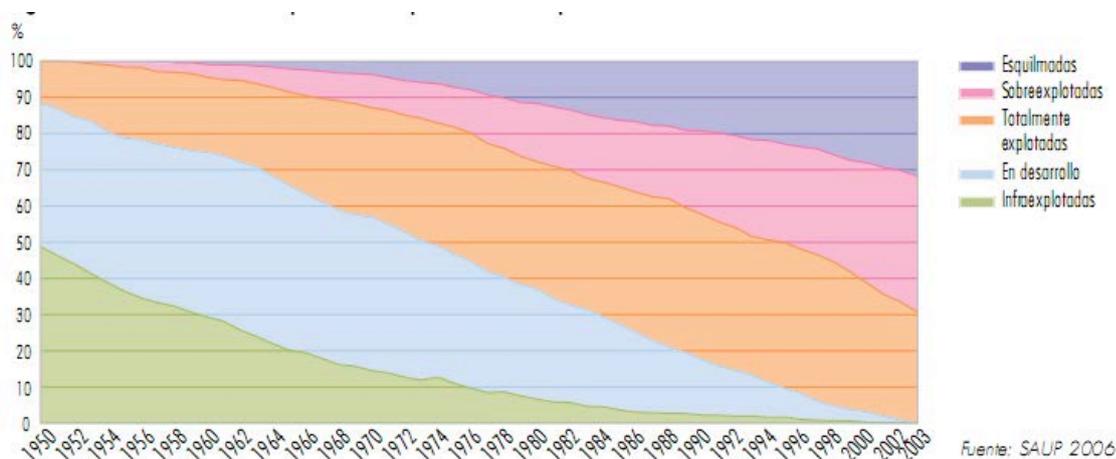
## COMENTARIOS A.16

En esta actividad se pretende desarrollar en los estudiantes la capacidad de interpretar datos expresados de forma gráfica.

Desde 1950 se observa una tendencia creciente en el número de capturas. La actividad pesquera excesiva tiene como consecuencia la sobreexplotación de los recursos que causa los siguientes problemas:

- Pérdida de biodiversidad. La pesca intensiva captura ejemplares de especies que no tienen ningún valor comercial o de peces excesivamente pequeños.
- Se producen daños en el fondo marino producidos por la pesca de arrastre.

La figura 1 pone de relieve los efectos de las capturas intensivas. El número de especies esquilmas y sobreexplotadas se ha incrementado de forma notable desde 1950.



**Fig. 1.** Situación de la explotación de poblaciones de peces  
Perspectivas del medio ambiente mundial – GEO 4, Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente (2007)

Como solución a los problemas planteados por la sobreexplotación de los recursos pesqueros, se puede señalar:

- Utilizar redes adecuadas para no capturar alevines.
- Realizar una pesca selectiva de manera que se devuelvan al mar las especies no comercializadas.
- Realizar paros biológicos para permitir la reproducción de las especies.
- Potenciar la acuicultura como medio de producción de peces.
- Reconvertir la flota pesquera para modernizar sus métodos de captura.

## COMENTARIOS A.17

*FUENTE: Jordi Solbes, Les empremtes de la ciència*

Los datos anteriores ponen de manifiesto que el consumo de energía (C1), cuya relación con el bienestar humano es innegable, se ha venido incrementando con el paso del tiempo, y llega hoy a niveles claramente excesivos en algunas regiones del planeta. También es notorio que el consumo de energía mayoritario es el no renovable (tanto en 1994 como en 2001), con el consiguiente impacto medioambiental. La competencia lectora que se desarrolla en los estudiantes con esta cuestión es la comprensión general del texto.

También muestran que la distribución del consumo per cápita (C2) está muy lejos de ser equitativa, reflejando, quizá más que ningún otro indicador, las desigualdades sociales y regionales presentes en nuestro mundo. Es obvio que en el mundo desarrollado se despilfarra energía de un modo difícilmente tolerable, en un contexto de agresión al medio, de agotamiento previsible de los recursos energéticos y de desigualdad. La competencia lectora que se desarrolla con esta cuestión es la valoración del contenido del texto.

En la cuestión C3 se pretende que los estudiantes reflexionen sobre las soluciones. El tema de las soluciones es un problema complejo. Cualquier medida cuyo objetivo sea disminuir el exceso debería ser bienvenida. Pero también es cierto que, aún cuando el consumo de energía se redujera considerablemente en los países ricos, el problema principal de la mayoría de la población sobre el planeta es la escasez y no la sobreabundancia de energía, crucial para la satisfacción de necesidades vitales. Se entiende, en este contexto, la preocupación por la superpoblación que aflige principalmente a los países más pobres. El exceso de población se convierte en una presión

permanente sobre los recursos naturales, y contribuye a su agotamiento, al tiempo que propicia la miseria y la escasez.

Así, resulta difícilmente concebible una disminución en el consumo global de energía, aún cuando sea imperioso un cambio en su distribución, lo cual implica que es preciso considerar las distintas fuentes de energía disponibles hoy y en el futuro, sus posibilidades y su impacto ecológico, a fin de alcanzar un equilibrio entre el bienestar material de los pueblos y el daño medioambiental que la manipulación energética lleva consigo necesariamente.

No es razonable confiar en milagros o en soluciones simplistas (las fuentes de energía maravillosas, como la fusión fría) y aún menos la ilimitada confianza en los mecanismos del mercado normalmente insensibles a los problemas del deterioro medioambiental a largo plazo o de falta de equidad en el disfrute de los recursos naturales.

Resulta urgente avanzar más en el conocimiento científico del problema energético, fomentando la investigación en todas las disciplinas relacionadas con él. Sólo una combinación de medidas políticas y sociales -tendientes a evitar los excesos y a acabar con las desigualdades- y de medidas científicas y tecnológicas -tendientes a poner a punto nuevas fuentes de energía más limpias y seguras y tecnologías con mayor rendimiento energético- servirá para progresar por el buen camino.

Entre esas medidas hay que insistir en la reducción de la contaminación cuando se usa energía (mediante la eliminación de impurezas en el carbón utilizado en las centrales térmicas, el uso de catalizadores en los coches, ecopetroleros de doble casco, etc.), en la utilización de energías renovables y no contaminantes (solar, eólica, geotérmica, etc.) y en el aumento de eficiencia en el uso de la energía (bombillas de bajo consumo, transporte público, bicicletas en lugar de coches, etc.). Hay que insistir en la importancia de las “pequeñas” acciones individuales (en casa, en el instituto) que responden al planteamiento de pensar globalmente y actuar en un nivel local. A este respecto es muy instructivo el libro 50 cosas sencillas que tú puedes hacer para salvar la Tierra (The Earth Works Group, 1992).

## COMENTARIOS A.18

*FUENTE: Jordi Solbes, Les empremtes de la ciència*

Con la cuestión C1 se busca la obtención de información sobre las energías renovables. Los partidarios de las energías convencionales sostienen que las renovables son incapaces de solucionar nuestras necesidades, que su rendimiento es muy bajo o que son más caras. Pero estas afirmaciones pueden responder a intereses particulares, que no tienen en cuenta los costes derivados del almacenamiento de sus residuos o del tratamiento de los problemas ambientales que provocan, es decir, ocultan o “externalizan” costes que paga el Estado y, en último extremo, todos los contribuyentes. Si dichos costes se incluyesen, se equipararían e incluso algunas energías convencionales podrían resultar más caras. Lo cierto es que las energías renovables (eólica, solar, etc.)

no podrían responder a los picos de demanda, por su carácter variable, pero evidentemente no es este el problema, puesto que no se trata de producir toda la energía eléctrica con células solares, molinos, etc., sino de diversificar una oferta muy concentrada en el petróleo, que se agota e incrementa el efecto invernadero, como hemos dicho anteriormente. Por otra parte, algunos autores sostienen que la electricidad así obtenida debería incrementarse para producir hidrógeno, que podría utilizarse como combustible de las pilas de hidrógeno de muy diversos vehículos (Sapiña, 2004).

En la cuestión C2 se desarrolla la competencia lectora referente a la valoración crítica y razonada del texto. Las empresas eléctricas muy recientemente se han inclinado por la energía eólica y no se muestran muy partidarias de la fotovoltaica. Para ello utilizan las alegaciones anteriores, y añaden que los acumuladores son contaminantes. Pero lo cierto es que se consiguen rendimientos superiores al 15 % (las centrales térmicas están en torno del 30 %), que los costes se abaratan si aumenta la producción y que las células se pueden conectar a la red eléctrica, conexión a la que, como hemos dicho, se han opuesto las compañías eléctricas y que ahora está permitida por la legislación europea. Y éste es el problema real, las empresas prefieren las grandes unidades centralizadas y consumidores pasivos, a pequeñas unidades descentralizadas con usuarios que producen y consumen a la vez. Este rechazo de la energía solar es muy preocupante y más en países como el nuestro, con gran insolación, de la que padecemos sus efectos (elevadas temperaturas, sequía), sin disfrutar sus ventajas energéticas.

## COMENTARIOS A.19

En esta actividad se pretende que los estudiantes elaboren una información a partir de una imagen explicativa y que obtengan una información.

Los agentes contaminantes *primarios* proceden directamente de las fuentes. Por ejemplo, los gases que emiten los coches, la chimenea de una fábrica o un volcán. Los agentes contaminantes secundarios se forman en el aire cuando se producen reacciones químicas. Por ejemplo el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y las partículas que forman el humo reaccionan para dar lugar al *smog* como se verá más adelante.

Los agentes primarios que contaminan el aire son:

- El monóxido de carbono (CO)
- El dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )
- Los óxidos de azufre ( $\text{SO}_x$ )
- Los óxidos de nitrógeno (NO)

El CO se produce en la combustión incompleta de la madera, carbón, gasolina, etc.

El origen del  $\text{CO}_2$  se encuentra en la combustión de los hidrocarburos (compuestos, entre otros, que forman la gasolina y el gasoil). En dicha combustión también se forman óxidos de azufre y de nitrógeno.

Los gases causantes de la contaminación atmosférica producen efectos perjudiciales en los seres humanos y en las plantas:

- El dióxido de azufre produce alteraciones en el aparato respiratorio. En las plantas altera la función clorofílica.
- El monóxido de carbono disminuye la capacidad de la sangre para transportar el oxígeno.
- Los óxidos de nitrógeno afectan el aparato respiratorio.

Para controlar la emisión de agentes contaminantes a la atmósfera se recomiendan las siguientes medidas:

- Realizar una combustión completa en los vehículos
- Utilizar catalizadores en los tubos de escape de los vehículos.
- Extraer el azufre de los combustibles para que no se produzca óxido de azufre en la combustión.
- Eliminar las partículas emitidas en la industria utilizando filtros electrostáticos.

## COMENTARIOS A.20

Con esta actividad se debería desarrollar en los estudiantes la comprensión de una información dada en forma gráfica así como la obtención de información en general.

La lluvia ácida:

- Aumenta el pH del agua de los lagos. Este aumento afecta a los seres vivos que habitan en él.
- Produce daños en las hojas de los árboles e inhibe la reproducción y la germinación de las semillas.
- Arrastra el calcio y el magnesio del suelo. Estos elementos son fundamentales en las funciones de nutrición de los árboles.

Para disminuir los efectos de la lluvia ácida se debe reducir la concentración de dióxido de carbono en el combustible o en los gases producidos en la combustión.

Para ello se utiliza caliza que reacciona con el dióxido de azufre dando lugar a un compuesto con un pH neutro que se puede eliminar fácilmente.

## COMENTARIOS A.21

En esta actividad se desarrolla la capacidad de búsqueda de información.

El smog:

- afecta a los pulmones produciendo tos, irritación de la mucosa y disminución de la función de los bronquios.
- altera la mucosa de la nariz.
- causa irritaciones en los ojos.
- disminuye la capacidad de algunas plantas para realizar la fotosíntesis.

El smog se puede reducir si:

- Se disminuye el número de coches que circulan.
- Se potencia el transporte público.
- Se reduce la cantidad de óxidos de nitrógeno y de compuestos orgánicos volátiles por medio de convertidores catalíticos de dos pasos colocados en los coches.

## COMENTARIOS A.22

La realización de esta actividad pretende desarrollar en los estudiantes la capacidad de interpretar datos mostrados en forma gráfica.

Los países que más contaminan el agua son los más desarrollados: EE.UU. en América, la antigua Unión Soviética, los países europeos, China y Japón en Asia, África del Sur y Australia. El grado de contaminación no es sólo consecuencia de la industrialización del país, sino del tipo de industria y de su “modernidad” (las tecnologías obsoletas suelen ser más contaminantes).

## COMENTARIOS A.23

*FUENTE: Elaboración propia*

Con esta actividad se pretende que los estudiantes busquen información. El tratamiento de aguas residuales urbanas se realiza en varias fases:

- *Eliminación de residuos.* Las aguas residuales pasan por unos filtros formados por barras verticales. En ellos se retienen residuos de gran tamaño para evitar que obstruyan los equipos de la planta depuradora por los que pasará posteriormente el agua.
- *Eliminación de la arena y de los aceites.* El agua pasa por una cámara de manera que la arena se sedimenta en el fondo. Para eliminar los aceites se inyecta aire. Los aceites y las grasas ascienden a la superficie donde son eliminados.
- *Tratamiento biológico.* El agua llega a unos tanques en los que se encuentran bacterias que degradan la materia orgánica. Se inyecta oxígeno para mantener las condiciones aerobias en las que se desarrollan los microorganismos. Los fangos obtenidos se utilizan como abono orgánico.

## COMENTARIOS A.24

De la figura se deduce que el proceso de desertificación afecta a todos los continentes en mayor o menor grado. Asia es el continente que presenta una superficie mayor en peligro de desertificación.

La causa principal de la desertificación es la pérdida de vegetación en el suelo. Las plantas retienen la humedad en el suelo y lo compactan. Cuando falta la vegetación, la capa superficial del suelo es arrancada por el viento dejando al descubierto otras capas más profundas que no son tan fértiles como la capa superficial. En estas condiciones, el suelo se hace más seco y las plantas no pueden crecer.

Las actividades humanas que producen la pérdida de vegetación en el suelo son:

- Las técnicas agrícolas inadecuadas que favorecen la erosión del suelo.
- La sobreexplotación de los pastos.
- La lluvia ácida.
- La tala excesiva de árboles.
- Los incendios forestales.
- La sobreexplotación de los acuíferos.

Las consecuencias de la desertización son de ámbito local y global:

- Disminuye la producción de alimentos.
- Aumenta la malnutrición.

- Disminuyen las reservas de agua dulce.
- Aumenta el riesgo de incendios forestales.
- Aumenta el peligro de epidemias.
- Aumenta el éxodo rural.
- Aumenta la pobreza.
- Disminuye la biodiversidad.

Las medidas que se pueden tomar para prevenir la desertificación son:

- Evitar la sobreexplotación del suelo utilizando prácticas de agricultura no intensivas.
- Conservar los bosques.
- Disminuir el sobrepastoreo.
- Evitar la tala de árboles
- Utilizar métodos de riego que eviten la salinización.
- Utilizar plantas resistentes a la sequía.
- Mejorar las condiciones sociales y económicas de los habitantes de la zona.

Con esta actividad se pretende que los estudiantes busquen información sobre un fenómeno del que se proporcionan datos de forma gráfica.

## COMENTARIOS A.25

En esta actividad los estudiantes deben utilizar la capacidad de interpretar datos que se presentan en forma de tabla.

De la tabla 2 se deduce que la cantidad de residuos producidos por persona en Europa es muy grande y varía entre 70 y 200 kg. Teniendo en cuenta el número de habitantes de cada país, se deduce que la masa de los residuos generados es muy grande. Como veremos a continuación, la gestión de un volumen tan grande de residuos crea problemas muy importantes.

Los residuos generados por las actividades humanas son de varios tipos:

- Domésticos: restos de alimentos, papel, cartón, envases, etc.

- Agrícolas: restos de plantas, de árboles, fertilizantes, etc.
- Forestales: ramas, hojas, etc.
- Ganaderos: excrementos del ganado.
- Industriales: aceites, restos tóxicos, plásticos, etc.
- Sanitarios: sangre y derivados, residuos anatómicos, restos de medicamentos, etc.
- Radiactivos: productos radioactivos producidos en la fisión nuclear.

La gestión de los residuos se realiza en varias fases:

- Almacenamiento. Los residuos se colocan en recipientes situados en las calles. Normalmente existen tres tipos de recipientes: para residuos orgánicos, para plástico y cartón, y para envases.
- Recogida. Periódicamente los residuos son recogidos de los lugares de almacenamiento.
- Tratamiento. Los residuos pueden ser incinerados o transformados en compost, que es utilizado como abono.

## COMENTARIOS A.26

La capacidad que se pretende desarrollar en los estudiantes con esta actividad es la reflexión y la interpretación de unos datos presentados en forma de tabla.

Los datos de la tabla 3 indican el elevado número de especies que habitan en la Tierra. Se puede destacar que existen más de 800.000 especies de insectos mientras que sólo se encuentran 4.000 de mamíferos o 9.000 de aves.

## COMENTARIOS A.27

*FUENTE: Elaboración propia*

Si se calcula el 1% del número de especies actuales, resulta (C1):

| Grupo taxonómico | Numero de especies | Especies desaparecidas |
|------------------|--------------------|------------------------|
| Bacteria         | 9.021              | 90                     |
| Coníferas        | 601                | 6                      |

|                       |         |       |
|-----------------------|---------|-------|
| Plantas con flores    | 233.885 | 2.339 |
| Hongos                | 100.800 | 1.008 |
| Moluscos              | 117.495 | 1.118 |
| Arácnidos             | 74.445  | 744   |
| Insectos              | 827.875 | 8.279 |
| Peces                 | 24.558  | 246   |
| Anfibios              | 4.975   | 50    |
| Mamíferos             | 4.496   | 45    |
| Tortugas              | 290     | 3     |
| Lagartos y serpientes | 6.850   | 69    |
| Aves                  | 9.672   | 97    |

Desde un punto de vista utilitarista (C2), la disminución de la biodiversidad representa un problema importante dado que las especies animales y vegetales proporcionan una gran cantidad de recursos:

- Alimentos obtenidos de la agricultura, la ganadería y la pesca. Las plantas proporcionan verduras, grano, frutas, frutos secos, especias, condimentos, etc. De los animales se obtiene carne, huevos, leche, miel, etc.
- Madera, leña, pulpa de celulosa, resina, látex, aceites vegetales, cera, etc., obtenidos de los bosques.
- Muchas personas utilizan las plantas como medicinas naturales. Aunque los principios activos de las medicinas son sintetizados en los laboratorios, muchos de ellos fueron descubiertos en plantas. Por ejemplo, la penicilina es un hongo y el componente de la aspirina fue encontrado en la corteza de un árbol.
- Las plantas regulan el ciclo del agua, evitan la erosión del suelo, regulan el efecto invernadero, etc.

Para conservar la biodiversidad (C3) es necesario adoptar medidas de distinto tipo:

- Crear parques naturales, espacios protegidos, reservas de la biosfera, etc.
- Proteger legalmente las especies en peligro de extinción.
- Tomar las medidas adecuadas para reducir el cambio climático.
- Favorecer una agricultura, ganadería y pesca respetuosas con los ecosistemas.
- Concienciar a los seres humanos de la importancia de la biodiversidad.

Las respuestas a las cuestiones C2 y C3 buscan que los alumnos reflexionen sobre el texto.

## COMENTARIOS A.28

Para realizar esta actividad, los estudiantes deben comprender e interpretar la información presentada de forma gráfica.

De la figura 9 se deduce que la concentración de ozono se ha reducido en algunas zonas situadas sobre la Antártida. La causa de la destrucción del ozono se encuentra en unas sustancias llamadas *clorofluorocarbonos* (CFC) utilizadas en las neveras y acondicionadores de aire para producir un enfriamiento. También se usan como propulsores en los botes de insecticidas, lacas para el pelo, etc. El óxido de nitrógeno también destruye el ozono. Se forma cuando se queman los combustibles fósiles como la gasolina o el gasoil.

Si la cantidad de ozono disminuye en la atmósfera, aumentará la radiación ultravioleta que llega a la Tierra. Esta radiación puede producir cataratas, cáncer de piel y dañar el sistema inmunológico. También afecta al fitoplancton.

En el *Protocolo de Montreal* de 1987 se llegó al acuerdo de controlar y disminuir las emisiones de CFCs. En los años sucesivos se detectó un aumento en la concentración de ozono. Sin embargo, recientemente la situación ha empeorado. Se piensa que la reducción de ozono observada es una consecuencia del efecto invernadero. Los altos niveles de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) de la atmósfera producen una disminución de la temperatura en la estratosfera. Esta disminución provoca la formación de nubes que aceleran la destrucción del ozono.

## COMENTARIOS A.29

Con esta actividad se pretende que los estudiantes comprendan e interpreten la información contenida en una imagen.

La luz del Sol es una onda electromagnética de diferentes longitudes de ondas. Cuando llega a la atmósfera, una parte es absorbida por algunos de los gases que la forma mientras que otra parte llega a la superficie. Allí es absorbida por el suelo y por los seres vivos que se calientan. Al hacerlo, emiten ondas electromagnéticas de una longitud mayor que la luz del Sol. Estas ondas no pueden atravesar la atmósfera porque son absorbidas por los gases que contiene. Como la energía que llega del Sol es mayor que la que atraviesa la atmósfera procedente de la superficie de la Tierra, se produce un calentamiento. Este efecto se llama *incremento del efecto invernadero*. En estos lugares, el calentamiento se produce porque el cristal del invernadero juega el mismo papel que la atmósfera de la Tierra.

## COMENTARIOS A.30

Se ha predicho que, si continúan las tendencias actuales, el nivel de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera se doblará en 50 años. Esto daría como resultado un aumento global de la temperatura

del planeta entre 1,5°C y 4,5°C según diferentes modelos antes de llegar a la mitad de este siglo. Este cambio produciría la fusión de la capa de hielo del mundo (en la Antártida, Groenlandia, glaciares de la montaña, etc.) con la consiguiente elevación del nivel de la mar, que podría inundar o sumergir muchas ciudades costeras del mundo e islas del Pacífico. También está produciendo un incremento en el número de huracanes (por el calentamiento de los océanos, lo que unido al deshielo también está afectando a las corrientes oceánicas), lluvias torrenciales, inundaciones, sequías y otros cambios, que pueden afectar a áreas agrícolas productivas y peligrar las cosechas.

El Protocolo de Kioto firmado en 1997 estableció el compromiso de los países industrializados de reducir en un 5,2% anual las emisiones de dióxido de carbono.

## COMENTARIOS A.31

*FUENTE: Jordi Solbes, Les empremtes de la ciència*

La C2 nos permite desarrollar en los estudiantes la capacidad de comprensión de un texto. Los inventos técnicos no fueron obra de científicos, sino de artesanos que estaban al corriente de los procedimientos técnicos en uso y que conocían, por la práctica, el problema que había de resolverse. Así, Newcomen era herrero y James Watt era constructor de instrumentos de precisión. En resumen, la construcción y utilización de máquinas térmicas es previa al desarrollo de la termodinámica. De la misma forma, las técnicas siderúrgicas, de blanqueo y tinte de tejidos, etc., son anteriores a la química. Pero, a su vez, plantean problemas cuya solución contribuyó al desarrollo de esas ciencias. Hasta mediados del siglo XIX, en pleno desarrollo de la primera revolución industrial, los desarrollos técnicos siguen precediendo a los científicos. A pesar de la imagen habitual de la técnica como ciencia aplicada y de que las ciencias preceden a la tecnología, lo cierto es que hasta mediados del siglo XIX, en pleno desarrollo de la primera revolución industrial, los desarrollos técnicos siguen precediendo a los científicos. Una buena prueba de las escasas relaciones entre ciencia y técnica durante este período es el hecho de que no exista una correspondencia estrecha entre liderazgo científico e industrial. La ciencia inglesa llegó a un estado de declive en el siglo XVIII posnewtoniano, cuando empezaba su decisivo liderazgo en la energía de vapor, textil, metalurgia y minería. El florecimiento de la ciencia francesa en el XVIII y principios del XIX cuando París era el centro científico del mundo, no estaba acompañado de un empuje correspondiente del avance industrial. Rusia produjo numerosos científicos e inventores durante el siglo XIX, pero parecen haber ejercido un impacto insignificante en el desarrollo económico del país. El ascenso de Estados Unidos a una posición de crecimiento económico y liderazgo tecnológico ocurrió durante el siglo XIX, período en el que los logros norteamericanos en la ciencia básica fueron mínimos. En la actualidad, esto no es así, produciéndose una relación más compleja entre ciencia y tecnología. Hay avances científicos que originan nuevas tecnologías y desarrollos tecnológicos que plantean nuevos problemas a la ciencia o permiten construir nuevos instrumentos de observación y experimentación que permiten nuevos avances científicos.

La principal causa del incremento del efecto invernadero (C3) se debe a que, con la revolución industrial, ha crecido el uso de las máquinas térmicas y, con ellas, la

concentración de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en la atmósfera ha aumentado en un 25 %, desde 280 partes por millón en volumen (ppmv) en el año 1800 a 360 ppmv en la actualidad. Este incremento es fruto de la actividad humana, especialmente a través de las reacciones de combustión de petróleo, carbón y gas natural utilizadas como combustibles en las industrias, los automóviles, aviones, las centrales eléctricas térmicas, etc., sin olvidar la que procede de los incendios forestales, que han aumentado espectacularmente en los últimos años. Esto contribuye a aumentar el problema puesto que los bosques y los océanos absorben unas 1.500 millones de toneladas de  $\text{CO}_2$  al año. Pero la humanidad produce unos 6.000 millones de toneladas al año, que hace falta añadir a los 170.000 millones de toneladas acumuladas desde la revolución industrial. En esta actividad se pretende que los estudiantes elaboren una interpretación.

Al contrario de lo que pueda pensar la opinión pública, la ciencia ha contribuido a observar el cambio climático y a tratar de explicarlo, así como denunciar los efectos que puede producir y a proponer soluciones. Antes de la cumbre de Kioto (1992), 1.500 científicos de renombre de 63 países, entre ellos 98 Premios Nobel de Ciencias (sólo había 171 vivos), firmaron un manifiesto en el que pedían a los líderes políticos de todo el mundo que se limitase la emisión de dióxido de carbono de sus países con tal de prevenir las consecuencias devastadoras del calentamiento global. En este manifiesto se decía que en 25 años haría falta mejorar mucho la eficiencia energética y sustituir los combustibles fósiles por energías renovables como la solar y la eólica. Pero como se pudo comprobar en aquella reunión de Kioto los políticos del primer mundo, especialmente de los Estados Unidos que, con un 5 % de la población mundial, son responsables de la emisión de un 25 % del  $\text{CO}_2$  (unos 1.400 millones de toneladas anuales) no estuvieron dispuestos a hacer caso ni a los científicos ni a las organizaciones ecologistas. El presidente Reagan canceló la comisión global 2000; años después el presidente George Bush, impidió la publicación de un informe sobre el tema. Y estos políticos se comportan así por las presiones de las grandes empresas transnacionales de sus países (especialmente las petroleras y automovilísticas), que piensan que la reducción de emisiones de  $\text{CO}_2$  perjudica sus intereses a corto plazo y que incluso han llegado a financiar a algunos científicos para que sostengan que el  $\text{CO}_2$  no contribuye sustancialmente al cambio climático. Los estudiantes, en esta cuestión, deben obtener información y la reflexionar sobre ella.

## COMENTARIOS A.32

Si se produce un terremoto de la misma intensidad en California y en China, los daños producidos serán mucho mayores en China porque no existen medidas ni construcciones antisísmicas. El terremoto es de la misma peligrosidad pero China es más vulnerable que California. En general, los países en desarrollo son más vulnerables que los países desarrollados.

Por ejemplo, en el terremoto que se produjo en Irán en 2003 las consecuencias fueron:

- 25.000 muertos y 30.000 heridos.

- pérdidas por valor de 7.000 millones de euros.

Sin embargo, el terremoto que tuvo lugar en Hawái en 2006, de la misma intensidad que el de Irán, produjo los siguientes daños:

- ningún muerto ni herido.
- pérdidas de 50 millones de euros.

### COMENTARIOS A.33

Además de los incendios forestales existen otros riesgos que, de acuerdo con su naturaleza, se clasifican en:

- *Naturales*, producidos por la naturaleza.
- *Antrópicos*, producidos por los seres humanos.

Entre los riesgos naturales se pueden citar:

- *Riesgos geológicos*: terremotos, erupciones de volcanes, tsunamis, deslizamientos de tierras, aludes y caídas de piedras.
- *Riesgos biológicos*: epidemias, plagas, marea roja.
- *Riesgos hidrológicos*: inundaciones, sequías.
- *Riesgos meteorológicos*: tornados, huracanes, nevadas y heladas extremas, granizo.

Los riesgos más destacados de origen antrópico son:

- *Relacionados con la industria*: extracción y tratamiento de materias primas, explosiones, accidentes en industrias, emisiones radioactivas, emisiones y vertidos tóxicos, intoxicaciones alimentarias.
- *Relacionados con el transporte*: Accidentes de coches, aviones, barcos.
- *Relacionados con grandes estructuras*: Accidentes de presas, puentes, grandes edificios.

Las medidas a tomar ante los riesgos ambientales son de varios tipos:

- *Prevención*. Conocer los riesgos de una zona por medio de estudios geológicos, hidrológicos, etc.

- *Protección.* Actuar sobre los factores de riesgo para reducir sus consecuencias en caso de que se produzca un desastre.
- *Adaptación.* Disminuir la vulnerabilidad de las personas en zonas de riesgo a través de programas de educación sobre riesgos, sus consecuencias y las acciones a tomar.
- *Mitigación.* Reducir el impacto de las consecuencias de los desastres sobre la población por medio de ayudas.

## COMENTARIOS A.34

*FUENTE: Jordi Solbes, Les emprems de la ciència*

Con esta actividad (C1) se pretende una reflexión de los estudiantes sobre los diversos modelos de desarrollo: incontrolado, cero y sostenible. El concepto de desarrollo incontrolado comenzó a cuestionarse en los años 70 como consecuencia de la aparición de una conciencia crítica sobre el deterioro progresivo del medio ambiente. El crecimiento incontrolado se caracteriza por:

- No tener en cuenta las consecuencias de las actividades humanas sobre el medio ambiente.
- Considerar prioritario el crecimiento económico sobre cualquier otro factor.
- Apoyar la fabricación y el consumo de bienes.

El modelo de crecimiento cero fue propuesto por Compton en 1972. Se basa en:

- Disminuir la producción y el consumo de bienes para evitar el deterioro del medio ambiente.
- Reducir el crecimiento económico de los países desarrollados y favorecer el de los países pobres.
- Reducir el crecimiento de la población mediante el uso de métodos anticonceptivos.

A continuación, los estudiantes pueden analizar las propuestas de Brundtland sobre desarrollo sostenible y las de Rally (C2) que aparecen en el texto. En ambos casos se debería destacar que el desarrollo sostenible parte de la base de alcanzar un equilibrio entre las necesidades económicas, sociales y medioambientales de forma que la prosperidad de la sociedad actual no suponga la pobreza de las sociedades futuras.

El desarrollo de esta actividad implica que los alumnos reflexionen y valoren el contenido del texto en los aspectos indicados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS TEMA 5

SAPIÑA, F. (2005). *El repte energètic*. Bromera : Alzira.

SOLBES, J. (2002). *Les empremtes de la Ciència. Ciència, Tecnologia, Societat: Unes relacions controvertides*. Alzira: Germania.

THE EARTH WORKS GROUP (1992). *50 cosas sencillas que tú puedes hacer para salvar la Tierra*, Barcelona: La Caixa.

VILCHES, A. y GIL, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.

## Tema 6

# NUEVAS NECESIDADES, NUEVOS MATERIALES

### COMENTARIOS A. 1

FUENTE: Texto elaborado por el autor.

La utilización de los materiales por los primeros humanos y la evolución de la tecnología son el eje central de este primer texto que ofrecemos como presentación del tema. El hilo conductor de todo el tema será precisamente cómo la Humanidad ha ido progresivamente evolucionando en el uso de los materiales a partir de los que tenía al alcance sin transformar y cómo ha ido descubriendo y fabricando nuevos materiales a medida que ha desarrollado sus conocimientos, primero puramente empíricos y posteriormente de forma científica, en el campo de la química y la tecnología de los materiales. Así, en esta actividad revisamos a grandes rasgos la historia, después en actividades sucesivas, profundizaremos en la fabricación y uso de algunos materiales concretos que por sus características son especialmente interesantes: el papel, metales nuevos como el aluminio y el titanio, los metales del coltan y sus implicaciones sociales, los colorantes, los medicamentos, los plásticos y, finalmente, las aplicaciones de la nanotecnología. Como queremos mostrar de forma general las características de los materiales, pero también las implicaciones sociales del uso y abuso de estos materiales, hemos hecho una selección de algunos materiales en concreto, naturalmente faltan otros, como las cerámicas, pero creemos que en los escogidos ya hay una muestra suficiente de la variedad de materiales que usamos hoy en día. Para completar las actividades hemos añadido unas cuantas que profundizan en el caso de algunos metales y en las implicaciones ambientales de los CFCs y los pesticidas así como en las repercusiones sociales de la fijación del nitrógeno por el método de Haber-Bosch, así reforzamos el carácter contextual de la asignatura.

Con respecto a las cuestiones concretas que se piden en esta primera actividad se trata de que los alumnos reflexionen sobre las ventajas e inconvenientes que han significado nuevos materiales en su época como el carbón mineral, que representó un impulso a la Revolución Industrial, pero también un empeoramiento de las condiciones de vida para los trabajadores de las minas que fueron explotados y sufrieron numerosas enfermedades, o el petróleo, que era conocido de antiguo, aunque se le daba un uso escaso y local, y que con el desarrollo de la industria del automóvil pasó a convertirse en el oro negro, pero su uso como fuente de combustibles también ha incrementado las emisiones de gases de efecto invernadero, como se habrá visto en un tema anterior, aparte de que se ha convertido en un producto estratégico que ha permitido la creación de grupos de presión que controlan la economía mundial, tal como se ha

demostrado en la crisis del petróleo de los años 70 o en otras más recientes. El cuadro cronológico aproximado que se pide puede ayudar a comprender en la línea del tiempo como han ido cambiando los diferentes materiales usados a lo largo de la historia, aunque no tengamos en el texto datos exactos de todas las aportaciones, pero a lo largo del tema se puede buscar la información referente al papel o a algunos metales y completar el cuadro tanto como se pueda. De esta manera se puede contextualizar la aparición de los materiales y sus repercusiones sociales, como también se pide en la cuestión 3 sobre la época en que se obtuvieron el carbón o el petróleo.

## COMENTARIOS A.2

FUENTE: Texto extraído de la Wikipedia, artículos sobre el papel, en catalán y en castellano.

Empezamos centrándonos en un material básico de nuestra sociedad como es el papel y que tiene un origen histórico que se remonta a la Edad Media. Antes ya hemos visto otros materiales que los humanos empleábamos para la escritura, como el plomo, la cerámica, la cera, el papiro o el pergamino, pero la aparición del papel y su difusión progresiva, y sobre todo la invención de la imprenta en el siglo XV, significaron una revolución de dimensiones considerables, porque, como a menudo pasa, se juntaron diversas técnicas que se complementaban y permitieron dar un salto cualitativo. En el texto revisamos la historia, el proceso de fabricación del papel, las variedades de papel, sus aplicaciones y el tema importante del reciclaje, dado el consumo excesivo de materias primas que representa seguir produciendo papel a partir de la pulpa de los árboles y la celulosa. Examinamos un cuadro donde aparecen los principales productos mundiales de papel y finalmente unos breves consejos para los consumidores.

Las cuestiones pretenden hacer reflexionar, primero sobre la importancia de la aparición de la imprenta y todas sus consecuencias sociales, aunque no se cita en el texto, pero es fácil de razonar y bien conocido por el alumnado. También se trata de analizar las repercusiones medioambientales de la fabricación del papel, si tenemos en cuenta que como materias primas hay que usar abundante agua y consumir mucha madera de los árboles apropiados (pinos, eucaliptos), además de los productos químicos que hay que añadir en el proceso, sobre todo los blanqueadores, que contaminan las aguas procedentes de una fábrica de papel. La tabla de producción mundial muestra los países mayores productores de papel, donde destacan los EE.UU., con una potente industria editorial y una riqueza forestal importante, también países como China, Japón o Canadá, que también son ricos en recursos forestales, sobre todo Canadá, o tienen una larga tradición en el uso del papel, como China o Japón. La última cuestión quiere hacer reflexionar al alumnado sobre las posibilidades de disminuir el uso del papel, por ejemplo, con las nuevas tecnologías que evitan imprimir en papel todo lo que se pueda hacer de forma electrónica, o bien con la reutilización sistemática de todo el papel que consumimos y el aprovechamiento al máximo, por las dos caras, etc. Finalmente hay la opción más controvertida del reciclaje, que se aborda en el texto, si tenemos en cuenta que todo depende de los usos que demos al papel reciclado.

Si se pretende reciclar el papel para hacer de nuevo papel blanco como el original los costes ecológicos pueden ser mayores, ya que hay que eliminar del todo los restos de tintas de los usos anteriores y eso hace que el proceso de blanqueado se incremente. Ahora bien, evidentemente hay que reciclar todo el papel al que podamos dar otro uso.

### COMENTARIOS A.3

FUENTE: Texto extraído de la GEC, artículo "Aluminio", edición electrónica. <http://www.encyclopedia.cat/>

El aluminio es uno de los primeros metales "modernos", ya que aparece a principios del siglo XIX, pero sus propiedades químicas hacen de él un producto muy interesante para la construcción y acabará desplazando en gran medida al hierro, que en la época era un material usado en numerosas estructuras como puentes, edificios y monumentos emblemáticos como la Torre Eiffel. El aluminio tiene la gran ventaja de que se oxida muy poco y no se deteriora como el hierro, además de ser bastante más ligero. La industria aeronáutica no se entendería sin este nuevo metal. En el texto se revisan las propiedades químicas del aluminio y se muestra su abundancia en la corteza terrestre (es el metal más abundante), se presenta su método de obtención, por electrólisis, lo que exige un gran consumo de energía y por tanto una disponibilidad de este recurso a gran escala. Se presentan las aleaciones que forma y los usos del aluminio en la construcción. Después se analiza la producción de aluminio en el mundo, las menas de donde se extrae y un cuadro con datos de producción mundial de bauxita desde el año 1968 al 1992, en períodos diferentes.

Las cuestiones pretenden que el alumnado lea el texto exhaustivamente y razone que al tratarse de un metal muy abundante y que tiene un proceso de obtención relativamente sencillo, además de sus propiedades, resulta un material con muchas aplicaciones y bastante abundante. Como se cita la electrólisis como técnica de obtención del aluminio se propone al alumnado que busque en qué consiste esta reacción química producida por la electricidad sobre un material conductor, en este caso la mena de aluminio, que ha de estar en estado líquido, razones por las que se ha de consumir mucha energía, para fundir la alúmina y para producir la corriente eléctrica que la descompone químicamente. Consecuentemente, tal como se indica en el texto, los países productores de aluminio suelen ser países con recursos energéticos abundantes, como centrales hidroeléctricas (EE.UU., Canadá, Rusia y Noruega). Finalmente el gráfico permite visualizar como ha variado la producción de bauxita las últimas décadas y qué países son los mayores productores, en este último caso, habría que elegir la última década indicada (1992) y representar países frente a miles de toneladas de bauxita.

### COMENTARIOS A.4

FUENTE: Texto extraído de la GEC, artículo "Titanio", edición electrónica. <http://www.encyclopedia.cat/>

Hemos escogido también el titanio, metal “nuevo” como el aluminio, para compararlos ambos en la medida que sea posible. Se trata también de un material con unas propiedades incluso más interesantes que el aluminio, porque es prácticamente inoxidable, pero resulta más caro de obtener, lo que hace que sea menos comercial. Se trata de un metal no tan abundante como el aluminio, pero en un porcentaje importante (es el noveno con un 0,63 %). Se presentan el método de obtención, las propiedades químicas del metal y se citan sus principales aplicaciones.

En las cuestiones más abiertas, proponemos que el alumnado busque en la red más información visual sobre los elementos aluminio y titanio y sus aplicaciones, por eso citamos dos direcciones de Internet que remiten a tablas periódicas con mucha información visual, donde se puede centrar la atención en comparar estos dos metales. La aparición de nuevos metales implica nuevos usos, por tanto disponer de materiales como el titanio, el aluminio y sus aleaciones significa poder desarrollar nuevas tecnologías. La más emblemática ha sido la aeronáutica, puesto que el aluminio se emplea en la construcción de los aviones y el mismo titanio es un material mucho apropiado para fabricar los motores de los aviones, aunque su alto coste ha restringido su empleo a los aviones de uso militar, pero la mejora en la obtención de titanio podría abaratar la construcción de estas máquinas. La última cuestión también es abierta y pretende que el alumnado se informe un poco más sobre las aplicaciones del titanio, aparte de las pocas que ya se citan en el texto.

## COMENTARIOS A.5

FUENTE: Texto extraído de la Wikipedia, artículo sobre el coltan, en castellano.

Abordamos en esta actividad la referencia a dos nuevos metales, el niobio y el tántalo, tanto por su “rareza” como por las implicaciones sociales tan importantes de su explotación en forma del mineral coltan, dado el valor estratégico de sus aplicaciones tecnológicas y la ubicación de los principales yacimientos en países que no respetan las leyes básicas de la convivencia, ni los derechos humanos, ni menos aún los derechos de los trabajadores. Tenemos, pues, en la explotación de éste y otros minerales estratégicos una nueva edición del abuso y la esclavización de los trabajadores al igual que la exposición a enfermedades por las nefastas condiciones en que se desarrolla su trabajo. Este artículo muestra primero las características químicas del coltan, mezcla de columbita y tantalita, óxidos de niobio, hierro, manganeso y tántalo. Son materiales escasos, por eso sus aplicaciones tecnológicas les han hecho muy apreciados. El principal productor es la República Democrática del Congo, pero también se encuentra en Brasil y Tailandia. La explotación del coltan ha contribuido a diferentes conflictos armados en la zona centroafricana, con más de 5 millones de muertos. En el texto se analizan la producción y reservas, el uso y demanda, para la fabricación de condensadores para numerosos dispositivos electrónicos, y los numerosos problemas que ha generado su obtención, con mención de las empresas implicadas y las estrategias seguidas por diferentes países para evitar comerciar con coltan procedente de las zonas en conflicto donde ha servido por financiar los contrabandistas, por lo que las

Naciones Unidas han recomendado no comerciar con los que trafican ilegalmente con coltan. Se analiza finalmente el incremento de precios y la demanda cambiante.

De nuevo planteamos que el alumnado reflexione sobre las ventajas e inconvenientes que representan estos nuevos materiales. En el texto aparecen numerosas referencias a las aplicaciones tecnológicas que tienen, pero también a los inconvenientes de su explotación: contrabando, guerras, destrucción del hábitat natural de especies como el gorila, enfermedades de los trabajadores explotados, etc. Un caso pareciendo, quizá conocido por los alumnos, son los “diamantes de la guerra” o “de sangre” que representan también la explotación de materiales estratégicos por su elevado valor de mercado, sobre todo en el mundo occidental, pero que se extraen en condiciones infrahumanas y también sirven para financiar el tráfico de armamento ilegal que alimenta conflictos bélicos y regímenes autoritarios que niegan los derechos más básicos a la población, que paradójicamente podría beneficiarse de poseer una riqueza natural tan preciada. En esta línea de razonamiento va la cuestión 4 que muestra las deficiencias a escala mundial de nuestra sociedad donde sólo unos pocos, en el mundo occidental, nos beneficiamos de nuestros recursos y de los ajenos, pero debería ser un motivo de profunda reflexión por qué no hemos sido capaces como sociedad humana que los países más “pobres” que a menudo tienen muchos recursos naturales puedan aprovechar su riqueza para aumentar el bienestar de su población. La cuestión es abierta, pero consideramos que sería muy importante implicar al alumnado en la reflexión sobre las repercusiones sociales que tiene toda actividad humana y más ésta de la explotación de los recursos naturales, o plantearlo en forma de debate, si se cree conveniente. Como se trata de un tema polémico, citamos dos páginas en la red para profundizar en aspectos sobre el conflicto en el Congo y sobre la fiebre del coltan y el imperialismo, que pueden servir de complemento a la reflexión y debate de la cuestión anterior.

## COMENTARIOS A.6

FUENTE: Elaborado a partir de textos de Burton, G. te al. *Salter's Advanced Chemistry. Chemical Storylines*. 1994.

El segundo gran empuje de la Revolución Industrial tuvo lugar durante la segunda mitad del siglo XIX y estuvo muy vinculada al desarrollo del electromagnetismo, con la sustitución de la fuerza del vapor por la electricidad, y a la química industrial, desarrollada sobre todo gracias al despliegue de conocimientos que comportó la síntesis de productos orgánicos, iniciada simbólicamente por Wöhler con la obtención de urea, y continuada por Hofmann y su discípulo Perkin, con el desarrollo de la química del benceno y los derivados nitrogenados como la anilina, a partir de la que se obtienen varios colorantes artificiales de gran eficacia como tintes. Este ejemplo puede servir para abordar las influencias mutuas de la ciencia y la técnica, aquí en el caso de la química, y, en general, las relaciones CTS en un momento histórico especialmente significativo, ya que representaría la consolidación de Alemania como principal impulsora del desarrollo de la química, estatus que mantendría hasta el descalabro

posterior al nazismo y la II Guerra Mundial, y potencia aún representada por industrias actuales de larga tradición como la BAYER o la BASF.

## COMENTARIOS A.7

FUENTE: Elaborado a partir de textos de Burton, G. te al. *Salter's Advanced Chemistry. Chemical Storylines*. 1994.

En esta actividad se plantea reflexionar sobre el origen popular de la potente industria farmacéutica. Los remedios caseros, conocidos desde tiempos ancestrales, basados en el más puro empirismo, no han dejado por eso de ser acertados en casos concretos, como el caso del sauce, en que se utilizaban como vehículos para principios químicamente activos que modernamente podemos administrar de forma independiente. El ácido salicílico (ác. 2-hidroxibenzoico), así llamado por el nombre en latín del sauce (*Salix alba*) o sauce llorón, es la sustancia activa que se extrae de su corteza y a partir de él se sintetiza el ácido acetilsalicílico (ác. 2-acetobenzoico), un de los fármacos más populares conocido con el nombre comercial de aspirina y usado por sus efectos analgésicos, antipiréticos y antirreumáticos, en consonancia con el amplio uso que se hacía antiguamente. El ácido salicílico también tiene estos efectos pero además es tóxico y no se puede usar directamente. La síntesis de estos fármacos la debemos a los trabajos de Felix Hofmann desarrollados para la empresa química Bayer. Cuando el uso del ácido salicílico comenzó a mostrar efectos secundarios no deseados, Hofmann modificó la molécula de ácido salicílico para lograr eliminar los efectos nocivos. El reuma de su padre le sirvió de banco de pruebas y postteriormente el año 1898 obtuvo la aspirina. El nombre significa: "a" de ácido, y "spirin" de la palabra alemana "spirsäure", ácido de la planta reina de los prados (*Spirea ulmaria*) de donde se extrajo por primera vez el ácido salicílico el año 1835.

Ejemplos de otras sustancias conocidas popularmente son los extractos de quina, ricos en quinina, o los efectos cardiotónicos de la digitalina, obtenida de las diferentes variedades de digitales, aparte de los numerosos opiáceos, como la adormidera, que antiguamente se usaba para tranquilizar a los bebés cuando lloraban demasiado.

## COMENTARIOS A.8

FUENTE: Elaborado a partir de materiales de la G.E.C. (1a. Ed. vol. 11, artículo "plàstic") y de Schwartz, A. T., te al. *Chemistry in Context. Applying Chemistry to Society*. WCB. Dubuque. 1994.

Los plásticos son unos materiales muy conocidos que marcan nuestra época. Esta actividad puede servir de iniciación al estudio pormenorizado de las reacciones de polimerización y creemos que puede ser muy motivadora. Las cuestiones centran la atención en la omnipresencia de objetos de plástico en nuestra vida cotidiana, para sugerir un primer contacto con la variedad de sustancias que llamamos de esta forma genérica.

Si escogemos unos pocos objetos de los que normalmente tenemos al alcance nos podemos percatar de la variedad de propiedades que presentan los plásticos de los que están hechos. El texto hace un breve repaso de la historia de los polímeros más importantes. Proponemos escoger uno o dos y profundizar en su tecnología, productos de origen, reacciones de polimerización, etc. No obstante, como se trata de una actividad aislada, su uso dependerá del que se considere más oportuno en el tratamiento general de la química de los polímeros.

## COMENTARIOS A.9

FUENTE: Extraído de la página web siguiente del autor Eduardo J. Carletti:

<http://axxon.com.ar/rev/110/c-110Nanotecnologia.htm>

A modo de presentación de los nuevos materiales derivados de la progresiva miniaturización conseguida gracias a la obtención de nanotubos de carbono y otras moléculas de un tamaño intermedio entre las moléculas más corrientes de la química y las macromoléculas o polímeros. En la escala del nanómetro ha surgido una nueva química y una nueva tecnología apunta a desarrollarse los próximos años. Como visión panorámica de las posibilidades de estos nuevos materiales el autor de este texto encontrado en la red señala diferentes aspectos que pueden dar una primera aproximación al tema. Así, se habla primero de escalas de miniaturización de la microtecnología, presente en los ordenadores, a la nanotecnología que representa un factor mil veces más pequeño. A continuación se muestra cómo el mundo celular ya es una muestra "húmeda" de las nanomáquinas, a las que se pueden comparar tantas biomoléculas que funcionan coordinadamente como verdaderas máquinas moleculares. Un caso especialmente significativo es el de los enzimas que hacen de catalizadores vitales para las reacciones químicas en la célula. Sin embargo, imitando el papel que hacen estas máquinas moleculares, también se pueden concebir nanomáquinas sin el medio acuoso de las células. El autor muestra algunas posibilidades que ofrece la miniaturización al nivel del nanómetro: desde una nanomáquina de escribir, dispositivo que sitúa los átomos casi de uno en un y permite dibujar figuras o escribir sobre una superficie de níquel. La construcción del Atomic Force Microscope (AFM) ha permitido simular una escritura con una especie de fluido que se deposita sobre una superficie de oro y podría emplearse en la fabricación de nanocomponentes para circuitos microelectrónicos más rápidos y densos. También se habla de los nano robots, pequeñas máquinas que simularían nuestras máquinas habituales y podrían hacer "reparaciones" a nivel nanoscópico. Pese a ello este campo aún pertenece a la imaginación, aunque se muestran dispositivos como el de la imagen que representa un nanorodamiento. También se presenta la posibilidad de ampliar la memoria de los ordenadores con dispositivos como el "Millipede", las computadoras ubicuas y la exploración espacial mediante sondas autorreproductoras, éstas también aún en el terreno de la imaginación. Finalmente se muestran aplicaciones en el terreno de la medicina y en el aprovechamiento de la energía solar.

Las cuestiones que hemos propuesto persiguen ampliar información sobre los nanotubos de carbono, puesto que en el texto no se hace referencia, pero existe mucha información disponible en la red, ya que es un campo muy actual y no se encuentra aún en los libros de consulta más habituales. También pretendemos que el alumnado fuerce la imaginación y si ha comprendido un poco el texto sea capaz de imaginar posibles aplicaciones de la nanotecnología. Toda nueva tecnología aporta ventajas pero no está exenta de riesgo, por eso proponemos finalmente que el alumnado reflexione sobre estos aspectos negativos, por ejemplo qué efectos secundarios podría tener el uso de estos artefactos en caso de aplicarlos a la curación de enfermedades, cómo podría reaccionar el cuerpo, recordemos que, en cierta medida, los virus son “nanomáquinas” que parasitan nuestras células, podría alguien dedicarse a fabricar virus artificiales que atacaran nuestras células en lugar de curarnos, en fin, las posibilidades son muchas, como se eliminarían una vez utilizados, etc.

## COMENTARIOS A.10

FUENTE: Calatayud, M. L., Hernández, J., Solbes J. i Vilches, A. Física y Química 1º Bachillerato. Octaedro. Barcelona. 1995.

La importancia estratégica de los metales ha condicionado la evolución de la historia y la metalurgia es, indudablemente, una de las primeras actividades químicas y preindustriales de la humanidad. Consideramos muy interesante reflexionar sobre este hecho, posiblemente conocido por los alumnos, pero a menudo tratado de forma superficial. La mayor parte de los elementos químicos son metales y su obtención ha sido posible gracias al desarrollo de la química moderna, por eso proponemos una breve indagación sobre la importancia de metales como el platino, con propiedades mucho más estimables que el oro, o el aluminio, cuya obtención nos ha proporcionado, entre otros hitos, la tecnología aeronáutica. La búsqueda se puede extender a de otros metales que despiertan la curiosidad de los alumnos, como el titanio, que sólo el coste elevado de su metalurgia impide su popularización, vista la abundancia de sus menas, pero también altamente estables y difíciles de reducir.

## COMENTARIOS A.11

FUENTE: Texto tomado de Marco, B. “Historia de la ciencia (II)”. IEPS. Madrid. 1984.

Este texto de los hermanos Elhuyar, que hemos dejado en versión original, adaptando la ortografía al español moderno para evitar confusiones a los alumnos, sirve de ilustración concreta sobre sus trabajos llevados a cabo en el aislamiento del volframio y su propuesta de nomenclatura que, a pesar de todo, no se ha impuesto totalmente, ya que el nombre tungsteno persiste en muchas lenguas al lado de volframio. Puede ser interesante comentar la aparición del término “flogisto”, que se refiere a uno de los componentes de su cal, que según esa hipótesis, aún vigente a finales del siglo XVIII, no debía contener nada. Para facilitar la comprensión aclararemos el significado

de algunos términos empleados en la época: alabandina (manganeso), ácidos vitriólico (sulfúrico) y marino (clorhídrico). En el dossier de B. Marco (1984), de donde hemos tomado la cita, disponemos de más información para completar el estudio de los trabajos de los Elhuyar y también podemos encontrar datos sobre el descubrimiento del volframio en el capítulo 29 del libro de F. Nicolau (1995) “Els elements que componen el cosmos”. Ed. Claret. Barcelona.

## COMENTARIOS A.12

FUENTE: Texto citado por Massain, R., Chimie te chimistes. Magnard. París. 1982.

Una técnica que permitió la obtención de nuevos elementos es la electrólisis, descubierta a partir de los trabajos de Humphry Davy y su discípulo y ayudante Michael Faraday. Es interesante releer esta famosa comunicación a la Royal Society del 1807, donde anuncia la obtención de los nuevos elementos alcalinos extraídos de la potasa y de la sosa. Al mismo tiempo si probamos a reproducir esta experiencia quizá nos sorprendería su resultado negativo, ya que estos metales, como describe el texto, arden en seguida en una atmósfera oxidante. Eso permite dudar de que Davy realmente obtuviese glóbulos metálicos con el método concreto que él describe.

## COMENTARIOS A.13

Según las teorías actuales de la evolución, la vida no se habría podido desarrollar en la Tierra sin el escudo protector que constituye la capa de ozono. En la atmósfera que rodeaba la Tierra primitiva no existía oxígeno y a la superficie llegaban radiaciones ultravioleta muy intensas que hacían imposible toda forma de vida. Se cree que la vida empezó en el mar porque no existían otras condiciones favorables en todo el planeta que lo hicieran posible. Hay que tener en cuenta que el agua absorbe todas las radiaciones UV que no llegan a determinada profundidad, creándose así las condiciones adecuadas para el desarrollo de los primeros organismos vivos. En el transcurso de la evolución, aparecieron los organismos fotosintéticos, capaces ya de producir oxígeno, que fue pasando a formar parte de la atmósfera. Sobre este oxígeno inciden las radiaciones UV del Sol dando lugar a la formación del ozono. Es a partir de entonces, cuando el ozono comienza a filtrar las radiaciones solares perjudiciales, que ya no llegan a la superficie, cuando la vida pudo salir del mar y desarrollarse en la tierra. Actualmente, está totalmente aceptado en medios científicos que la vida, tal y como la conocemos, sobre todo la vida humana se debe a la existencia de la capa de ozono. Por lo tanto, un deterioro notable de este filtro único podría tener consecuencias catastróficas para la vida del planeta.

El ozono se forma naturalmente a partir del  $O_2$  molecular. En la estratosfera hay fotones que pueden tener energía suficiente para producir la escisión de la molécula de  $O_2 + h\nu \rightarrow 2O$ . Los átomos de oxígeno son muy reactivos, chocan entre sí y forman  $O_2$ . Pero también chocan entre sí los átomos de oxígeno con las moléculas de oxígeno, en condiciones de radiación energética para formar  $O_3$ . Pero al igual que se forma el ozono

Pero al igual que se forma el ozono se puede destruir según  $O_3 + O \rightarrow 2 O_2$ . Esta última reacción no es demasiado rápida. Así pues, el ozono se está formando y destruyendo continuamente de forma natural, podemos decir que se alcanza un estado estacionario que permite que haya un remanente de ozono en la estratosfera, gracias a la diferencia de velocidad de las reacciones de formación y destrucción de tal forma que la concentración de ozono es constante.

El principal efecto es la destrucción de la capa de ozono. Así, en 1985 los investigadoras de la Antártida B. Gardiner, J. Forman y J. Shanklind descubrieron el agujero del ozono, confirmado posteriormente por un satélite de la NASA que indicaban una pérdida de ozono del 16% con respecto al año anterior, además de revelar las dimensiones del agujero del polo sur: 4,5 millones de  $km^2$ , aproximadamente la mitad de la superficie de EEUU. En 1986 se detectó otra disminución de ozono de menor gravedad en el Norte, que se extendía desde Noruega hasta Leningrado. Actualmente se ha detectado otra disminución de la capa de ozono sobre el Ártico mucho más amplia y profunda que la descubierta en 1986. El adelgazamiento de la capa de ozono tiene como consecuencia una mayor penetración de las radiaciones UV, lo que provoca una mayor incidencia del cáncer de piel, daños oculares, la disminución de defensas inmunológicas y aumento de infecciones. El exceso de radiación UV comprometería el desarrollo de peces, crustáceos y mariscos y provocaría una caída espectacular de las producciones agrícolas. Por otro lado la capa de ozono tiene una importancia decisiva en el clima, absorbe la mayoría de las radiaciones UV y evita que llegue calor a la superficie regulando así la temperatura de la Tierra. La principal medida es la que toma la Conferencia Internacional sobre sustancias destructoras de la capa de ozono, que acordó en julio de 1990 la total eliminación para el año 2000 de la producción de los CFC. Esto es posible porque los CFC son productos colaterales del desarrollo industrial, al contrario de lo que sucede con el  $CO_2$ .

Porque era la primera vez que se reconocía con ese galardón a un estudioso del medio ambiente, y Molina se convirtió además en el primer científico nacido en México en ganar ese premio y uno de los pocos hispanohablantes (junto con los españoles Cajal y Ochoa, que obtuvieron el Premio Nobel de Medicina y Fisiología de 1906 y 1959 y los argentinos B. Houssay, el de Medicina de 1947 y L. F. Leloir, el de Química de 1970, aunque tanto Ochoa como Molina investigaban en los EEUU y tenían esa nacionalidad).

## COMENTARIOS A.14

FUENTE: Extraído de “Las científicas y su historia en el aula”, Ed. Síntesis.

Con esta actividad queremos poner de manifiesto el papel que tiene la química y su utilización respecto al medio ambiente. Rachel Carson es un ejemplo de mujer científica que además contribuyó con sus escritos a despertar la conciencia ambiental. Se muestra una poca información sobre su libro más famoso y los estudios sobre los efectos del DDT en el medio ambiente. También se muestra la difícil relación con los

estamentos que tienen intereses comerciales o los propios gobiernos que pueden legislar a favor de restringir el uso de algunos productos nocivos, como finalmente ocurrió con el DDT.

Las cuestiones son para ampliar y discutir la información dada en el texto. Se pide buscar más datos sobre la biografía de Rachel Carson. También se propone reflexionar sobre la influencia de los grupos de presión y los gobiernos en el trabajo de los científicos cuando éstos muestran resultados que no les benefician. El hecho no se limita a la época de Rachel Carson. También hoy día muchos gobiernos se muestran poco sensibles a problemas medioambientales como las emisiones de gases de efecto invernadero o la destrucción progresiva de los bosques. La última cuestión trata de comparar las aportaciones de Rachel Carson con la creciente consciencia ecológica actual, aunque todavía persisten las reticencias de los grupos de poder a modificar muchas actitudes poco respetuosas con el medio ambiente.

## COMENTARIOS A.15

FUENTE: Extraído de "Ciencia y sociedad". The Open University.

La síntesis del amoníaco por el método de Haber y Bosch es una de las reacciones químicas más conocidas, ya que su condición de equilibrio homogéneo en fase gaseosa se utiliza a menudo como ejemplo de estas reacciones, igual que la aplicación del principio de Le Chatelier permite interpretar con una buena aproximación las condiciones más favorables para aumentar su rendimiento. La indudable importancia industrial de esta reacción hace que sea conocida entre los estudiantes de química de todo el mundo, hasta el mínimo detalle. Al mismo tiempo, bajo la ignorancia sistemática de estos estudiantes respecto a las numerosas repercusiones sociales que tuvo su utilización.

Esta actividad se orienta a iniciar una breve reflexión, sobre alguna de las implicaciones sociales de la fijación sintética del nitrógeno. Se trata de un elemento fundamental para el desarrollo de los seres vivos, ya que constituye sus componentes básicos: aminoácidos y bases nitrogenadas del ADN. En el lenguaje bioquímico se denomina nitrógeno fijo al que se encuentra en formas metabólicamente activas, como el amoníaco, iones amonio y oxoaniones diversos como los nitratos y los nitritos. La abundancia de nitrógeno diatómico elemental no es garantía para una adecuada nutrición de este bioelemento. Los seres humanos nos proveemos de nitrógeno fijo a través de los alimentos ricos en proteínas, como la carne y el pescado o los mismos vegetales. Pero no todas las plantas pueden utilizar el nitrógeno molecular del aire. Solamente las leguminosas, gracias a unas bacterias que tienen nódulos de las raíces, pueden metabolizar el nitrógeno, ya que poseen el enzima nitrogenasa que cataliza la reacción. La síntesis de Haber-Bosch fue el primer paso dado por la comunidad científica hacia la superación de esta grave falta y posibilitar la producción masiva de fertilizantes para la mayoría de las plantas que no sintetizan amonio. El objetivo básico de esta técnica fue asegurar unas buenas cosechas para abastecer a la población con alimentos necesarios.

Paralelamente se empiezan otras vías de síntesis, ya que el amoníaco es la base de fabricación del ácido nítrico y éste lo es para la estratégica industria de los explosivos y la no menos importante de los colorantes sintéticos.

En el texto se habla sobre las condiciones socioeconómicas de comienzo del siglo en Europa, recién acabada la revolución industrial y las graves consecuencias sociales y estratégicas que se derivaron, cuando el hambre imperial de las potencias europeas todavía no se había podido parar.

Entre las desventajas de la producción de fertilizantes nitrogenados están los efectos secundarios de contaminación ambiental, ya que su descomposición en la atmósfera produce óxidos de nitrógeno, que originan, entre otros efectos nocivos, la temida lluvia ácida. Las consecuencias de su abuso aparecen en el texto cuando se refiere a la eutrofización de los lagos y los efectos de los nitratos y nitritos sobre la potabilidad de las aguas de consumo humano.

En este breve texto se permite ejemplar las perspectivas sociales de un tema que a menudo se ve restringido a detalles técnicos alejados del interés inmediato del alumnado y está especialmente indicado para estudiantes de química de los niveles superiores de la enseñanza secundaria y hasta de los primeros cursos universitarios.

## Tema 7

# LA ALDEA GLOBAL: DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN A LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

---

### COMENTARIOS GENERALES

Los contenidos de este tema son:

- Procesamiento, almacenamiento e intercambio de información. El salto de lo analógico a lo digital.
- Tratamiento numérico de la información, de la señal y de la imagen.
- Internet, un mundo interconectado. Compresión y transmisión de la información. Control de la privacidad y protección de datos.
- La revolución tecnológica de la comunicación: ondas, cable, fibra óptica, satélites, ADSL, telefonía móvil, GPS, etc. Repercusiones en la vida cotidiana.

El principal objetivo del tema es que los estudiantes comprendan la ciencia subyacente, sin lo cual estas tecnologías son "cajas negras" y no se puede comprender su desarrollo exponencial, sus límites y sus posibilidades de futuro. Lo primero es la posibilidad de digitalizar la información, es decir, como transformarla en números. Y no solo los textos, sino también los sonidos y las imágenes. Lo segundo es ver los soportes físicos que hacen posible almacenar, tratar y transmitir esa cantidad de información. Para ello no es necesaria una comprensión de los semiconductores  $n$  y  $p$ , de los diodos (uniones  $np$ ) o los transistores (uniones  $pnp$  o  $nnp$ ). Basta con saber que los transistores están hechos de materiales semiconductores, cuyas propiedades les permiten actuar como puertas lógicas: abiertas o cerradas, lo que obliga a una digitalización binaria, 0 y 1, también muy favorecida por los métodos de almacenamiento magnéticos (magnetizado o no) y ópticos (blanco y negro, como el código de barras).

Por otra parte, los métodos de producción de estos dispositivos han permitido una miniaturización creciente y, en consecuencia, una creciente capacidad de almacenaje y tratamiento. Para la transmisión basta con una comprensión de los tipos de ondas electromagnéticas y su propagación por el aire, fibras ópticas, cables coaxiales, etc. Lo que si es importante en este tema es que los estudiantes comprendan y valoren las implicaciones sociales de las TIC (relaciones CTSA) y que una sociedad de la información no implica una sociedad de conocimiento.

## COMENTARIOS A.1

Los estudiantes mencionan las distintas edades que aparecen en los libros de historia: paleolítico, neolítico, edad del cobre, del bronce, del hierro, antigua, media, moderna y contemporánea. El profesor puede señalar que no deja de ser curioso que los historiadores secuencien las edades en la prehistoria a partir de la tecnología, es decir a partir de los materiales con los que los hombres confeccionaban sus instrumentos y de las técnicas o procesos que usaban para elaborarlos, pero que, cuando empiezan la historia (a partir de la escritura), se olviden de la tecnología y, aún más, de la ciencia.

## COMENTARIOS A.2 y A.3

Las TIC son fruto de la convergencia, o simbiosis, de muchos desarrollos científicos y tecnológicos sin los cuales no habrían sido posible. Entre ellos podemos mencionar los siguientes:

- Electromagnetismo (líneas de transmisión, ondas electromagnéticas, memorias magnéticas)
- Física cuántica y la electrónica (transistores, circuitos integrados, microprocesadores)
- Satélites de comunicaciones
- Óptica (láser, CD, fibras ópticas).

## COMENTARIOS A.5

Sólo en 1887, veintitrés años después de los trabajos de Maxwell, el científico alemán Heinrich Hertz (1857-94) mostró que una corriente eléctrica oscilante emite ondas electromagnéticas, denominadas ondas de radio o hertzianas. En 1800 Herschel descubrió que, en los espectros de luz visible, siempre existía junto al rojo cierta radiación, de mayor longitud de onda, que se denominó infrarrojo. Poco después se encontró, "más allá" del violeta, la radiación ultravioleta. Los rayos X fueron descubiertos por Roentgen en 1895. En 1896 Becquerel descubre la radiactividad y, a comienzos del siglo XX, Rutherford aísla en ella los rayos gamma. Todas estas radiaciones, junto con las ondas hertzianas, constituyen el *espectro electromagnético*.

Las ondas electromagnéticas cubren un amplio espectro y pueden clasificarse según su principal fuente o su efecto más importante al interactuar con la materia (los intervalos de frecuencias  $\nu$  o longitudes de onda  $\lambda$  son sólo aproximados):

1) *Las ondas de radio o hertzianas*. Tienen longitudes de onda desde 10 km a 0,1 m (frecuencias de 30 kHz a 3 GHz). Se subdividen en: onda larga, de 10 a 1 km o de 30 a 300 kHz,

onda media (de 1.000 a 100 m o de 300 a 3000 kHz), onda corta (de 100 a 10 m o de 3 a 30 MHz), VHF (de 10 a 1 m o de 30 a 300 MHz) y UHF (de 100 a 10 cm o de 300 a 3.000 MHz). Se generan por la aceleración de electrones en circuitos oscilantes.

Las ondas hertzianas tienen tres mecanismos de propagación: por onda de suelo (la antena induce en el suelo un campo que se debilita con la distancia y con la resistividad del suelo, que es menor en el mar), por onda de espacio (siempre que el trayecto esté desembarazado de obstáculos) y por reflexión ionosférica. Las ondas largas (de 10 a 2 km) se propagan esencialmente por onda de suelo y son poco sensibles a los obstáculos. La onda media viaja cientos de km (entre 630 para 150 kHz y 120 para 1.500 kHz). La onda corta se refleja en las capas de la ionosfera, con lo cual puede viajar miles de km. Las ondas métricas y centimétricas (FM; VHF; UHF) tienen el inconveniente de contornear poco los obstáculos, lo que en países de orografía accidentada origina zonas de sombra y obliga a la utilización de antenas repetidoras. Para estas longitudes también se pueden utilizar líneas de transmisión de hilos paralelos, de pares trenzados y cables coaxiales. Los hilos paralelos se utilizan hasta 0.5 MHz y los coaxiales hasta 1 GHz (VHF, UHF).

2) *Las microondas* (de 10 cm a 1 mm o de 3 a 300 GHz). Se generan también con dispositivos electrónicos y su uso se inició en la Segunda Guerra Mundial con el desarrollo del radar. Las microondas se propagan en el espacio y también en guías de onda, que son tubos metálicos de sección rectangular y de dimensiones del orden de la longitud de onda.

3) *El infrarrojo* (de 1 mm a 780 nm o de 300 GHz a 400 THz). Es producido por cuerpos calientes y emisiones moleculares (procesos vibracionales y rotacionales).

4) *La luz o espectro visible* (de 780 nm a 390 nm o de 482 a 769 THz). Es la estrecha banda a la cual es sensible nuestra retina. Está producido por emisiones atómicas y moleculares y su importancia es evidente en la visión y en los instrumentos ópticos. Tanto la luz como el infrarrojo se propagan por el espacio y por fibras ópticas.

5) *Los rayos ultravioletas* (de 390 a 0,6 nm o 769 THz a  $6 \cdot 10^{17}$  Hz). También son emitidos por átomos y moléculas. Por la magnitud de su energía producen muchos efectos químicos.

6) *Los rayos X* (de  $10^{-9}$  a  $6 \cdot 10^{-12}$  m o de  $3 \cdot 10^{17}$  a  $5 \cdot 10^{19}$  Hz). Se generan por emisiones atómicas o por radiación de frenado (cuando los electrones rápidos son fuertemente desacelerados, por ejemplo, al chocar contra un blanco metálico).

7) *Los rayos gamma* (de  $10^{-10}$  a  $10^{-14}$  m o de  $3 \cdot 10^{18}$  a  $3 \cdot 10^{22}$  Hz) son de origen nuclear (se encuentran en reactores nucleares y la radiación cósmica). No son absorbidos fácilmente y producen graves efectos en los seres vivos.

## COMENTARIOS A.6

Hay una gran demanda de bandas de frecuencia de ondas de radio por acumulación de usuarios: radiotelegrafía y radiotelefonía (denominadas sin hilos), radio, televisión, radioastronomía, telemetría, radiolocalización, radioaficionados y un largo etc. Las ondas largas se emplean en localización en el mar, radiotelegrafía y emisoras nacionales, ya que su alcance es de unos 2000 km. La onda media se utiliza en emisoras de radio nacionales y locales.

La onda corta se refleja en la ionosfera y la utilizan las emisoras internacionales.

Las microondas se utilizan en hornos microondas, en transmisión vía satélite y en teléfonos móviles.

Los IR tienen aplicaciones en la vida cotidiana (lectores, mandos), industria, la medicina, la astronomía, etc. Están implicadas en el calentamiento global.

Los UV se pueden utilizar en la esterilización de instrumentos. La importancia de la capa de ozono reside en su capacidad de absorberlos, evitando los efectos perniciosos para la vida.

## COMENTARIOS A.7

Para que una antena pueda recibir ondas (y que éstas se comporten como tales) su tamaño deben ser del orden de la longitud de onda  $\lambda$  (como se puede ver en las antenas de VHF, UHF o móviles). Si  $\lambda$  es mayor, las ondas contornean los obstáculos. Si  $\lambda$  es menor, se comportan como rayos (óptica geométrica) y se reflejan en los obstáculos, p. e., montañas que originan zonas de sombra y obliga a la utilización de antenas repetidoras, como ya hemos dicho. Pero sólo si se reflejan permiten la visión, con lo cual podemos utilizar microondas (radar) para ver aviones, el visible para ver objetos tan pequeños como las bacterias (utilizando microscopios), pero para ver virus o estructuras cristalinas necesitamos electrones, rayos X, etc.

## COMENTARIOS A.8

Se utilizan ondas de radio, microondas (móviles), infrarrojos o luz (fibra óptica). A la modificación de las magnitudes características de la onda armónica, como la amplitud o la frecuencia, para darle contenido informativo se la denomina modulación. En el emisor se produce la superposición de la onda modulada de audio (o vídeo) y una onda portadora, mediante un dispositivo electrónico denominado modulador. En el receptor se produce la separación de la onda de audio y la portadora, mediante un demodulador o filtro.

## COMENTARIOS A.9

Depende de la energía de cada fotón,  $E=h\nu$  y de la intensidad  $I = n / t \cdot S$  (número de fotones por segundo y metro cuadrado)

## COMENTARIOS A.10

Para ello es conveniente asignar roles a, por ejemplo, 6 alumnos, 3 críticos (un ecologista, el presidente de una AMPA cercana a una antena, un científico) y 3 favorables (un empresario de telefonía, un ingeniero de telecomunicaciones y un alcalde). Cada uno realiza una breve exposición inicial, en la que argumenta su postura y después se realiza un debate (Solbes y Vilches, 2004).

## COMENTARIOS A.11

Texto adaptado de *Les empremtes de la ciència* de Jordi Solbes.

El transistor actúa como amplificador, al igual que triodos. También como puerta lógica que permite controlar -encender y apagar- el flujo de portadores.

## COMENTARIOS A.12

La primera es una cuestión de obtención de información a partir del texto y las fotos. La segunda, de interpretación. A partir del texto se puede apreciar que es un proceso muy contaminante en la producción, primero porque para obtener 30 partículas por  $\text{m}^3$  de aire es necesario consumir mucha energía eléctrica y agua; de hecho, la mayor parte del un edificio de producción de chips está ocupada por aparatos de filtración y acondicionamiento de aire. También por la utilización de capas de polímeros y disolventes para eliminarlas. Posteriormente se rompe la oblea en pequeños rectángulos, cada uno de los cuales con un tamaño inferior al  $\text{cm}^2$ , contiene un circuito integrado completo.

Por ello, en un corto plazo se acercaran a sus límites físicos, es decir, pocos átomos, con lo cual las fluctuaciones cuánticas impedirán el comportamiento de los transistores como puertas lógicas. Se está investigando en nuevas tecnologías sustitutivas con dispositivos cuánticos, moleculares, ópticos, etc.

## COMENTARIOS A.13 Y A.14

Este desarrollo ha originado una serie de industrias electrónicas que pueden incluirse en uno o más de los siguientes grupos: componentes, comunicaciones, control (empleo de dispositivos electrónicos en el manejo y control de máquinas, base de la automática y la robótica) y ordenadores. Los productos de la electrónica están presentes en todas las esferas sociales: en la industria, en la administración, en las viviendas (electrodomésticos, ordenadores personales), en el armamento, etc. Sus implicaciones en la vida de los hombres son múltiples: la productividad, la destrucción de empleo, la generación de nuevos empleos, el control de la intimidad de los individuos, etc.

## COMENTARIOS A.15

Los dispositivos magnéticos se basan en la magnetización de materiales que recubren soportes diversos: los disquetes (1,44 MB) y los discos duros (n.100 GB).

Las cabezas de lectura-escritura (pequeños electroimanes) transforman las señales eléctricas de entrada en registros magnéticos y viceversa.

## COMENTARIOS A.16

Los dispositivos ópticos se basan en la tecnología láser para el registro y lectura de la información: los discos compactos (CD) y los DVD. Codifican binariamente la información mediante puntos blancos y negros, como el código de barras.

Tienen capacidad de almacenamiento muy elevada. En un CD hay 700 MB, más de 400 disquetes (texto de una enciclopedia). Un DVD puede almacenar hasta 7 GB, es decir, 10 CD.

## COMENTARIOS A.17

Una fibra óptica es un pequeño cilindro de vidrio (núcleo) rodeado por otro cilindro exterior, también de vidrio (la envoltura), con el índice de refracción inferior al del núcleo, lo que produce en el interior de éste la reflexión total.

Entre sus aplicaciones mencionaremos la transmisión de imágenes o luz; en medicina como bisturí; la transmisión de señales telefónicas, de radio, televisión o Internet.

Se codifica de forma binaria la señal incidente y se transforma en pulsos de luz transmitidos por la fibra óptica. Las señales transmitidas se descodifican al llegar a su destino.

En 1977 se instaló en Chicago el primer sistema de comunicaciones por fibra óptica con una capacidad de 8.000 canales telefónicos simultáneos. Posteriormente, otro, entre Chicago y Filadelfia, con un sistema que permitía 24.000 canales telefónicos. En 1987 se enviaban 27 Gb/s, unos 400.000 canales.

## COMENTARIOS A.18

Los estudiantes entienden con facilidad que si, por ejemplo, se abre más o menos un grifo, el volumen de agua que sale por segundo puede variar de forma continua. Sin embargo, una llave de paso sólo permite que el agua fluya o no fluya. En un termómetro de mercurio, la altura de la columna puede variar de forma continua.

Por el contrario, en un termómetro “digital”, la temperatura viene expresada por unos números y no por los intermedios.

A partir de los ejemplos anteriores, los estudiantes pueden llegar a los conceptos de magnitudes digitales y analógicas.

*El término “digital” se refiere a cantidades discretas, expresables por números enteros, como la cantidad de personas en una sala, la cantidad de coches en una zona de estacionamiento, etc.*

*El término “analógico” se refiere a las magnitudes o valores que varían con el tiempo en forma continua como la distancia y la temperatura.*

## COMENTARIOS A.19

Si el velocímetro indica la velocidad del coche por medio de una manecilla, la magnitud será analógica porque puede indicar cualquier valor de forma continua. Lo mismo ocurre en el segundo caso y en el tercero. El número de libros que hay en una biblioteca es una magnitud digital porque el rango de valores que puede tomar es discreto. Por ejemplo, 100 libros, 101 libros, etc. pero no 101,4 libros.

Los aparatos o sistemas digitales presentan varias ventajas con respecto a los analógicos:

- Son más fáciles de diseñar.
- El almacenamiento de información resulta muy eficiente.
- La precisión es muy grande.
- Se pueden programar.
- El “ruido” los afecta menos.
- Se pueden construir con circuitos integrados.

Sin embargo, las magnitudes del mundo real son, en general, analógicas. Por ejemplo, la velocidad de un coche, la intensidad del sonido, la temperatura, la presión, el caudal de un líquido, etc. Por tanto, la entrada de los sistemas digitales es analógica en el mayoría de los casos. Los sistemas digitales han de ser capaces de:

- Convertir la señal analógica en digital.
- Procesar la señal digital.
- Convertir en analógica la señal procesada.

El proceso anterior se puede entender fácilmente si se aplica a un CD de música. El sonido producido por los instrumentos o por las voces es recogido por un micrófono cuya salida es una tensión que varía de forma continua. Por tanto, se trata de una señal analógica. Esta señal se convierte en digital a través de un procedimiento que se verá más adelante. La señal digitalizada se almacena en un disco compacto. Cuando el disco se reproduce, se obtiene una señal digital que se transforma en analógica y se amplifica.

## COMENTARIOS A.20

Los ordenadores están formados por dispositivos que sólo se pueden encontrar en dos estados: tensión alta o baja, dejan pasar la corriente eléctrica o no la dejan pasar. Los dos estados posibles se representan por medio de dos números; el 0 y el 1.

En la vida cotidiana se pueden encontrar muchos dispositivos del tipo anterior. Por ejemplo, una bombilla puede estar encendida o apagada, un interruptor deja pasar la corriente eléctrica o no la deja pasar, una llave de paso puede dejar pasar un caudal de agua o no, etc.

El sistema de numeración que utilizamos habitualmente se llama decimal porque se basa en diez símbolos o números: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9. El sistema de numeración que sólo utiliza dos símbolos, el 0 y el 1, se denomina *binario*.

## COMENTARIOS A.21

En el sistema decimal los números se forman comenzando por el 0. El siguiente sería el 1 y a éste le seguiría el 2. De esta forma se llegaría al 9. A continuación se toma el 1 y se le añade el 0. Se formaría el número 10. Los números sucesivos se forman colocando después del 1 los números sucesivos, 1, 2, etc. Dando lugar a los números 11, 12, 13, etc. Cuando se alcanza el 19, se toma la cifra 2 y se coloca detrás de ella 0, 1, 2, etc formando los números 20, 21, 22, etc.

En el sistema binario se utiliza el mismo procedimiento. Los números que se forman serían 0, 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000, 1001, 1010, 1011, 1100, 1101, etc. Por tanto, la correspondencia entre los nueve primeros dígitos en el sistema binario y decimal aparece en la tabla siguiente:

| Decimal | Binario |
|---------|---------|
| 0       | 0       |
| 1       | 1       |
| 2       | 10      |
| 3       | 11      |
| 4       | 100     |
| 5       | 101     |

|   |      |
|---|------|
| 6 | 110  |
| 7 | 111  |
| 8 | 1000 |
| 9 | 1001 |

## COMENTARIOS A.22

En el sistema binario de numeración las cifras (el 0 y el 1) se denominan bits (abreviatura para *binary digit*). Por ejemplo, el número 110010 está formado por 6 bits.

Si se utiliza un conjunto de 2 bits, se pueden formar cuatro números: 00, 01, 10 y 11, es decir,  $2^2 = 4$  números. Si se toman tres bits, los números resultantes serían ocho: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111, es decir  $2^3 = 8$  números. En general, si se toman N bits, se pueden formar  $2^N$  números. Si se tiene un conjunto de 8 bits, llamado byte, se podrán formar  $2^8 = 256$  números.

En los ordenadores los datos se almacenan y se manipulan en grupos de 8 bits. Los datos son de dos tipos: numéricos y no numéricos.

En el sistema BCD (Binary Coded Decimal), cada cifra del número en notación decimal se representa por su equivalente en el sistema binario. Por ejemplo, el número 527 está formado por los dígitos 5, 2 y 7. El equivalente binario de la cifra 5 es 0101, el de la cifra 2, 0010 y el de la cifra 7, 0111. Por tanto, en el sistema BCD, el número 527 se representa por 0101 0010 0111. Dado que las cifras expresadas en el código BCD están formadas por cuatro bits y los ordenadores procesan y almacenan los datos en forma de bytes, es necesario convertir los grupos de cuatro bits en grupos de ocho. Para ello se utilizan varios procedimientos. En el código ASCII (que se verá más adelante) se antepone 0011 al grupo de cuatro bits que representan cada cifra. Se tendría:

| Decimal | ASCII     |
|---------|-----------|
| 0       | 0011 0000 |
| 1       | 0011 0001 |
| 2       | 0011 0010 |
| 3       | 0011 0011 |
| 4       | 0011 0100 |
| 5       | 0011 0101 |
| 6       | 0011 0110 |
| 7       | 0011 0111 |
| 8       | 0011 1000 |
| 9       | 0011 1001 |

Por ejemplo, el número 527 se representaría por los tres bytes:

00110101 00110011 00100111

En otros sistemas se coloca 0000 delante del número expresado en código BCD:

| Decimal |           |
|---------|-----------|
| 0       | 0000 0000 |
| 1       | 0000 0001 |
| 2       | 0000 0010 |
| 3       | 0000 0011 |
| 4       | 0000 0100 |
| 5       | 0000 0101 |
| 6       | 0000 0110 |
| 7       | 0000 0111 |
| 8       | 0000 1000 |
| 9       | 0000 1001 |

En esta codificación, el número 527 vendría dado por los bytes:

00000101 00000010 00000111.

Los datos no numéricos como las letras, los signos de puntuación o las funciones de control (retorno de carro, espacio, etc.) que aparecen en los teclados de los ordenadores se denominan alfanuméricos. La representación binaria se realiza de acuerdo con el código denominado ASCII (American Standard Code for Information Interchange). En la tabla siguiente aparece la equivalencia entre los datos *alfanuméricos* y su expresión en el código ASCII:

Por ejemplo, la secuencia de los cuatro bytes siguientes 01001000 01001111 01001100 01000001 corresponde a HOLA.

| Binario   | Representación | Binario   | Representación | Binario   | Representación |
|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|
| 0010 0000 | espacio ( )    | 0100 0000 | @              | 0110 0000 | `              |
| 0010 0001 | !              | 0100 0001 | A              | 0110 0001 | a              |
| 0010 0010 | "              | 0100 0010 | B              | 0110 0010 | b              |
| 0010 0011 | #              | 0100 0011 | C              | 0110 0011 | c              |
| 0010 0100 | \$             | 0100 0100 | D              | 0110 0100 | d              |
| 0010 0101 | %              | 0100 0101 | E              | 0110 0101 | e              |
| 0010 0110 | &              | 0100 0110 | F              | 0110 0110 | f              |
| 0010 0111 | '              | 0100 0111 | G              | 0110 0111 | g              |
| 0010 1000 | (              | 0100 1000 | H              | 0110 1000 | h              |
| 0010 1001 | )              | 0100 1001 | I              | 0110 1001 | i              |
| 0010 1010 | *              | 0100 1010 | J              | 0110 1010 | j              |
| 0010 1011 | +              | 0100 1011 | K              | 0110 1011 | k              |
| 0010 1100 | ,              | 0100 1100 | L              | 0110 1100 | l              |

|           |   |           |   |           |   |
|-----------|---|-----------|---|-----------|---|
| 0010 1101 | - | 0100 1101 | M | 0110 1101 | m |
| 0010 1110 | . | 0100 1110 | N | 0110 1110 | n |
| 0010 1111 | / | 0100 1111 | O | 0110 1111 | o |
| 0011 0000 | 0 | 0101 0000 | P | 0111 0000 | p |
| 0011 0001 | 1 | 0101 0001 | Q | 0111 0001 | q |
| 0011 0010 | 2 | 0101 0010 | R | 0111 0010 | r |
| 0011 0011 | 3 | 0101 0011 | S | 0111 0011 | s |
| 0011 0100 | 4 | 0101 0100 | T | 0111 0100 | t |
| 0011 0101 | 5 | 0101 0101 | U | 0111 0101 | u |
| 0011 0110 | 6 | 0101 0110 | V | 0111 0110 | v |
| 0011 0111 | 7 | 0101 0111 | W | 0111 0111 | w |
| 0011 1000 | 8 | 0101 1000 | X | 0111 1000 | x |
| 0011 1001 | 9 | 0101 1001 | Y | 0111 1001 | y |
| 0011 1010 | : | 0101 1010 | Z | 0111 1010 | z |
| 0011 1011 | ; | 0101 1011 | [ | 0111 1011 | { |
| 0011 1100 | < | 0101 1100 | \ | 0111 1100 |   |
| 0011 1101 | = | 0101 1101 | ] | 0111 1101 | } |
| 0011 1110 | > | 0101 1110 | ^ | 0111 1110 | ~ |
| 0011 1111 | ? | 0101 1111 | _ |           |   |

Los ordenadores realizan operaciones con los datos de acuerdo con las instrucciones contenidas en un *programa*. Dichas instrucciones se implementan por medio de circuitos digitales que se diseñan de acuerdo con el *álgebra de Boole*.

En el álgebra de Boole se tienen:

- constantes y variables que sólo pueden presentar dos valores: 0 y 1.
- tres operaciones básicas: O, Y y NO.

C. Shannon mostró en 1939 que se pueden construir circuitos electrónicos que realicen las operaciones del álgebra de Boole.

La función NO invierte un dígito binario. Las funciones Y y O aceptan dos bits como entrada (designados por A y B) y generan un bit de salida determinado por los valores de las entradas.

Las funciones lógicas se pueden describir por medio de las *tablas de verdad*.

Si se utiliza este recurso, la tabla de verdad de la función NO es

| A | NO |
|---|----|
| 0 | 1  |
| 1 | 0  |

y las de las funciones O e Y son respectivamente:

| A | B | O |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

## COMENTARIOS A.29

Tim Berners Lee es un claro ejemplo de altruismo científico, pero tenemos muchos más ejemplos de responsabilidad social de científicos y científicas, por ejemplo, su movilización a favor de la paz entre las naciones (en la que han participado Einstein, Born, Joliot Curie, Pauling o el movimiento Pugwash, dirigido por Dorothy Crowfoot o Joseph Rotblat), o los investigadores que han puesto de manifiesto, pese a la oposición de multinacionales o gobiernos, algunos de los graves problemas que nos afectan, las "verdades incómodas" (el deterioro medioambiental, el agotamiento de recursos, el cambio climático, etc.), como Rachel Carson, Rowland, Molina, etc., y que nos han hecho conscientes de cómo se puede contribuir a solucionarlos (energías alternativas, etc.).

Las aportaciones de Kahn y Cerf son los protocolos TCP/IP (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol). Con el IP se define una red de comunicación por paquetes. La información viaja fragmentada en paquetes de datos de tamaño estándar; cada paquete incluye información que identifica la dirección de los ordenadores emisor y receptor.

Las pasarelas o routers, interconectan las distintas redes y transfieren los paquetes de una red a la siguiente hasta alcanzar su destino. Los paquetes viajan a través de rutas múltiples, pudiendo llegar en orden diferente al que fueron enviados.

El protocolo TCP es el encargado de restablecer el orden original.

Actualmente, Internet agrupa más de 30.000 redes internacionales y el número de ordenadores conectados la misma supera los 1.000 millones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS TEMA 7

SOLBES, J. (2002). *Les empremtes de la Ciència. Ciència, Tecnologia, Societat: Unes relacions controvertides*. Alzira: Germania.

SOLBES, J. y VILCHES, A. (2004). Papel de la relaciones CTSA en la formación ciudadana, *Enseñanza de las Ciencias* 22 (3), 337-348.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

AAVV. (1997). Los libros de texto, Monográfico. *Alambique*, 11, 5-87.

AAVV (1997). Monográfico: Lenguaje y comunicación. *Alambique*, 12, 5-87.

AAVV (1991). *Descobreix el Parc Natural de la Font Roja*, València: Conselleria de Medi ambient.

ACEVEDO, J. A. (2005). TIMSS Y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (3), 282-301.

AIKENHEAD, G. S. (1985). Collective decision making in the social context of science, *Science Education*, 69, (4), 453-475.

AIKENHEAD, G. S. (2003). Review of Research on Humanistic Perspectives in Science Curricula. Paper presented at the 4<sup>th</sup> Conference of the European Science Education Research Association (ESERA), *Research and the Quality of Science Education*. Noordwijkerhout, The Netherlands (august 19-23).

ARSUAGA, J. L. (2001). *El enigma de la esfinge*, Barcelona: Mondadori.

AYUSO, E. G. y BANET, E. (2002). **Pienso más como Lamarck que como Darwin”: comprender la herencia biológica para entender la evolución.** *Alambique*, 32, 39-47.

BYBEE, R. (1997). Towards an Understanding of Scientific Literacy. En GRAEBER, W., BOLTE, C. (Eds) *Scientific Literacy*. Kiel: IPN.

BYBEE, R. (2000). Achieving Technological Literacy: A National Imperative. *The Technology Teacher*, September, pp. 23-28.

BYBEE, R. Y DEBOER, G.B. (1994). Research on goals for the science curriculum. En Gabel, D.L. *Handbook of Research en Science Teaching and Learning*. New York: Mac-Millan P.C.

CAAMAÑO, A; GÓMEZ, M. A.; GUTIÉRREZ, M. S; LLOPIS, R. Y MARTÍN-DÍAZ, M. J. (2001). El Proyecto Química Salters: un enfoque ciencia, tecnología, sociedad para la química del bachillerato, en *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia/Tecnología/Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*, Madrid, Narcea.

CABALLER, M. J., GIMÉNEZ, I. y MADRID, A. (1993). *Ecosistemas y cambios*. Valencia: Conselleria d'Educació i Ciència.

CARRASCOSA, J., SOLBES, J. y VILCHES, A. (2005). Tierra y cielos, ¿dos universos separados?, 243-269, en GIL, D. et al. (Ed) *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?*, Santiago OREAL-UNESCO.

CAVALLI, L. y F. (1994). *Quienes somos*, Barcelona: Crítica.

CALATAYUD, M. L., CARBONELL, F., CARRASCOSA, J., FURIO, C., GIL, D., GRIMA, J., HERNÁNDEZ, J., MARTÍNEZ, J., PAYÁ, J., RIBÓ, J., SOLBES, J. y VILCHES, A. (1988). *La construcción de las ciencias físicoquímicas. Programas guía de trabajo y comentarios para el profesor*, València: NAU Llibres.

COMISION MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL DESARROLLO (1988). *Nuestro futuro común*. Madrid: Alianza.

DARWIN, CH. (1982). *L'origen de les espècies*, Barcelona: Edicions 62.

DAWKINS, R. (1988). *El relojero ciego*, Barcelona: Labor.

DRIVER, R., NEWTON, P. y OSBORNE, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms, *Science Education*, 84, 287-312.

DUNBAR, R. (1999). *El miedo a la ciencia*. Madrid: Alianza.

FENSHAM, P.J. (2004). Beyond Knowledge: Other Scientific Qualities as Outcomes for School Science Education. En R.M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk (Ed.), *Science and Technology Education for a Diverse World - dilemmas, needs and partnerships*. International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XIth Symposium Proceedings (pp. 23-25). Lublin, Poland: Maria Curie-Skłodowska University Press.

FRASER, B.J. y TOBIN, K.G. (Eds) (1998). *International Handbook of Science Education*. London: Kluber Academic Publishers.

FURIÓ, C. y VILCHES, A. (1997). Las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias y las relaciones CTS, en DEL CARMEN (Coor). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori, 47-71.

GABEL, D. L. (1994). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: McMillan.

GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. y MTNEZ-TORREGROSA, J. (1991). *La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona: Horsori-ICE Universidad de Barcelona.

GARCIA, J. J. y GONZÁLEZ, P. E. (1993). La diversidad de los seres vivos, en *Atmósfera e hidrosfera. Rocas y seres vivos*, Valencia: Conselleria d'Educació i Ciència.

GAVIDIA, V. (1987). *Medio Ambiente y adaptaciones*, Madrid: MEC.

GUISASOLA J., FURIÓ C. & CEBERIO, M. (2008). Science Education based on developing guided research. In M.V. Thomase (Ed.) *Science Education in Focus*. Nova Science Publisher.

GOULD, S. J. (1991). *La vida maravillosa*, Barcelona: Crítica.

GOULD, S. J. (1992). *La historia del tiempo*, Madrid: Alianza.

GOULD, S. J. (1997). *La falsa idea del hombre*, Ed. Revisada y ampliada. Barcelona: Crítica.

HERNÁNDEZ, J., PAYÁ, J., SOLBES, J. Y VILCHES, J. (1999) *Física y Química 4º de ESO*, València, Barcelona: Riialla-Octaedro

HOLTON, G. y BRUSH, S. (1976). *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas*. Reverté: Barcelona.

HOLTON, G., RUTHERFORD, F. J. y WATSON, F. G. (1982). *Project Physics. Unit 2. Motion in the Heavens* New York: Holt-Rinehart-Winston.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (1991). Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), 248-256.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (2004). El modelo de evolución de Darwin y Wallace en la enseñanza de la Biología. *Alambique* 42, 72-81.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. (2005), ¿Cómo enfrentarse al problema de las plagas? El cambio biológico, 329-354. En GIL, D.; MACEDO, B.; MARTÍNEZ, J.; SIFREDO, C.; VALDÉS, P.; VILCHES, A. (ed) *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?*, Santiago: UNESCO.

JIMENEZ ALEIXANDRE, M. P., BUGALLO, A. y DUSCHL, R. A. (2000). “Doing the lesson” or “doing Science”: Argument in High School Genetics. *Science Education*, 84, 757-792.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. y DÍAZ, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (3), 359-371.

LALUEZA, (2001) *Races, racisme i diversitat*, Universitat de Valencia i Bromera, Alzira.

LEWONTIN, R. (1984). *La diversidad humana*. Barcelona: Prensa científica.

LEWONTIN, R. C., ROSE, S., KAMIS, L. J. (1996). *No está en los genes*, Barcelona: Grijalbo.

MAIZTEGUI, A., ACEVEDO, J. A., CAAMAÑO, A., CACHAPUZ, A., CAÑAL, P., CARVALHO, A. M. P., DEL CARMEN, L., DUMAS, A., GARRITZ, A., GIL, D., GONZÁLEZ, E., GRAS, A., GUI-SASOLA, J., LÓPEZ, J. A., MACEDO, B., MARTÍNEZ, J., MORENO, A., PRAIA, J., RUEDA, C., TRICÁRICO, H., VALDÉS, P. y VILCHES, A. (2002). Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. *Revista Iberoamericana de Educación*, 28, 129-155.

MASON, S. F. (1985). *Historia de las ciencias*, 5 Vol. Madrid: Alianza.

MAYOR ZARAGOZA, F. (2000). *Un mundo nuevo*, Barcelona : UNESCO. Círculo de lectores.

MATTHEWS, M. R. (1991). Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las Ciencias. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 11-12, 141-155.

MILLAR, R.Y J. OSBORNE (1998), *Beyond 2000: Science Education for the Future*, King's College London School of Education.

MORTIMER, E.F. y SMOLKA, A.L. (Eds.) (2003). *Anais do II Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição*, Campinas: Faculdade de Educação de Unicamp.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.

NACIONAL RESEARCH COUNCIL (2000). *Inquiry and the Nacional Science Educations Standards. A Guide for Teaching and Learning*. Washington D.C.: National Academic Press.

NEBOT, J. R, TORRÓ, J., MANSANET, C. M. y MARTÍNEZ, A. (1993), *L'Alcoià i el Comtat. Guia natural, històrica i cultural*. Alcoi: Centre de Professors.

OLIVA, J. M. Y ACEVEDO, J. A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 241-250.

OPARIN, A.I. (1985). *El origen de la vida*, Madrid: Akal.

PERALES, F. J. y CAÑAL, P. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil.

POWELL K, 2003, Spare me the lecture, *Nature*, 425, 234-237.

Programa PISA (2008). *La lectura en PISA 2000, 2003 y 2006*. Madrid: MEC.

<http://www.institutodeevaluacion.mec.es/publicaciones/?IdCategoriaPublicacion=3#0>

Programa PISA (2005). *Ejemplo de ítems de conocimiento científico*. Madrid: MEC.

<http://www.institutodeevaluacion.mec.es/publicaciones/?IdCategoriaPublicacion=3#indice0>

PUNSET, E. (2008), *El viatge a la felicitat*, Barcelona, Edicions 62

REID, D.J. y HODSON, D. (1993). *Ciencia para todos en secundaria*, Madrid: Narcea.

ROCARD, M. et al. (2007). *Science education Now: A renewed Pedagogy for the future of Europe*. European Communities: Belgium. Traducciones íntegras en francés y alemán y resumida en castellano en *Alambique* (2008). nº 55, 104-117.

[http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf)

RUSE, M. (1987). *Tomándose a Darwin en serio*. Barcelona: Salvat.

SAGAN, C. (1982). *Cosmos*. Barcelona: Planeta.

SANMARTÍ, N. (1997). Enseñar a elaborar textos científicos en las clases de ciencias. *Alambique*, 12, 51-63.

SARDÁ, A y SANMARTÍ, N. (2000). Ensenyar a argumentar científicament: un repte en les classes de ciències. *Ensenyanza de las ciencias*, 18 (3), 405-423.

SAGAN, C. (1982). *Cosmos*. Barcelona: Planeta.

SAPIÑA, F. (2005). *El repte energètic*. Bromera: Alzira.

SIMPSON, R. D., KOBALA, T. R., OLIVER, J. S. y CRAWLEY, F. E. (1994). Research on the affective dimension of science learning. En Gabel, D.L (Ed.). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: McMillan Pub.

SOLBES, J. (1999). Los valores en la enseñanza de las ciencias, *Alambique*, 22, 97-109.

SOLBES, J. (2002). *Les empremtes de la Ciència. Ciència, Tecnologia, Societat: Unes relacions controvertides*. Alzira: Germania.

SOLBES, J MONTSERRAT, R. Y FURIÓ, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91-117.

SOLBES, J. y TARÍN, F. (1995). *Física 2º de Bachillerato*, Barcelona: Ed. Octaedro.

SOLBES, J. (1999). Los valores en la enseñanza de las ciencias, *Alambique*, 22, 97-109.

SOLBES, J. (2002). *Les emprems de la Ciència. Ciència, Tecnologia, Societat: Unes relacions controvertides*. Alzira: Germania.

SOLBES, J. MONTSERRAT, R. Y FURIÓ, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91-117.

SOLBES, J. y TARÍN, F. (1995). *Física 2º de Bachillerato*, Barcelona: Ed. Octaedro.

SOLBES, J. y TRAVER, M. (1996): La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química, *Enseñanza de las ciencias*, 14 (1), 103-112.

SOLBES, J. & TRAVER, M. (2003). Against negative image of science: history of science in the physics & chemistry Education, *Science & Education*, 12, 703-717.

SOLBES, J. & VILCHES, A. (1997). STS interactions and the teaching of physics and chemistry. *Science Education*, 81 (4), 377-386.

SOLBES, J. y VILCHES, A. (2004). Papel de la relaciones CTSA en la formación ciudadana, *Enseñanza de las Ciencias* 22 (3), 337-348.

VIDAL-ABARCA, E. y GILABERT, R. (2002). Revisión de textos: como hacer mejores textos expositivos para el aprendizaje. En J. A. LEON. *Conocimiento y discurso: claves para inferir y comprender*. Madrid, Pirámide (185-203).

VIDAL-ABARCA, E. y SANJOSE, V. (1998). Levels of comprehension of scientific prose: the role of text variables. *Learning and Instruction*, 8 (3), 215-233.

VILCHES, A. y GIL, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.

THE EARTH WORKS GROUP (1992). *50 cosas sencillas que tú puedes hacer para salvar la Tierra*, Barcelona: La Caixa.

TOULMIN, S. (1958) *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.