© ES PROPIEDAD Mariano García, Mª Ángeles García, Sensio Carratalá, Ximo Gregori, Juanjo Asensi, Xavi Estruch, Editorial ECIR, S.A • Este libro corresponde al cuarto curso de la Educación Secundaria Obligatoria, área de Ciencias de la Naturaleza / Biología y Geología y forma parte de los materiales curriculares de Editorial ECIR. • Ilustraciones: Base fotográfica, Editorial Ecir, Autores, Diseño gráfico ECIR, Antonio Corts • Diseño de portada: Diseño Gráfico ECIR • Diseño de interior: Diseño gráfico ECIR

I.S.B.N.: 978-84-9826-678-8 • Impreso en España – Printed in Spain • Impresión: Editorial ECIR

Guía Didáctica

Biología y Geología

4° ESO

Índice

Introducción 2

Competencias básicas 2

Contribución de las Ciencias de la Naturaleza a la adquisición de las competencias básicas 3

¿Dónde se localizan las competencias básicas en los objetivos generales del área de CCNN? 5

Descriptores de las competencias básicas 6

Estructura de la Guía Didáctica 8

Programación basada en los contenidos del libro del alumno

Tema 1. Las dinámica de los ecosistemas 10

Tema 2. El difícil equilibrio de los ecosistemas 38

Tema 3. La célula 70

Tema 4. La herencia y la transmisión de los caracteres 98

Tema 5. Evolución 128

Tema 6. Los procesos geológicos internos y la estrucutra de la Tierra 158

Tema 7. La tectónica de placas 182

Tema 8. La historia geológica de la Tierra 210

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

▸ Competencias básicas

En los anexos I y II del Real Decreto 1631/2006 por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la ESO se justifica la inclusión de las competencias básicas, se definen la naturaleza de las mismas y se analiza de qué forma las distintas materias contribuyen a conseguir esas competencias.

En lo que sigue utilizaremos esa doctrina legal que entendemos clarifica la forma en que el currículo queda vertebrado.

1. ¿Qué son las competencias básicas?

La incorporación de competencias básicas al currículo permite poner el acento en aquellos aprendizajes que se consideran imprescindibles, desde un planteamiento integrador y orientado a la aplicación de los saberes adquiridos. De ahí su carácter básico. **Son aquellas competencias que debe haber desarrollado un joven o una joven al finalizar la enseñanza obligatoria para poder lograr su realizaciónpersonal, ejercer la ciudadanía activa, incorporarse a la vida adulta de manera satisfactoria y ser capaz de desarrollar un aprendizaje permanente a lo largo de la vida**.

La inclusión de las competencias básicas en el currículo tiene varias finalidades. En primer lugar, integrar los diferentes aprendizajes, tanto los formales, incorporados a las diferentes áreas o materias, como los informales y no formales. En segundo lugar ponerlos en relación con distintos tipos de contenidos y utilizarlos de manera efectiva cuando les resulten necesarios en diferentes situaciones y contextos. Y, por último, orientar la enseñanza, al permitir identificar los contenidos y los criterios de evaluación que tienen carácter imprescindible y, en general, inspirar las distintas decisiones relativas al proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Con las áreas y materias del currículo se pretende que todos los alumnos y las alumnas alcancen los objetivos educativos y, consecuentemente, también que adquieran las competencias básicas. Sin embargo, **no existe una relación unívoca entre la enseñanza de determinadas áreas o materias y el desarrollo de ciertas competencias. Cada una de las áreas contribuye al desarrollo de diferentes competencias y, a su vez, cada una de las competencias básicas se alcanzará como consecuencia del trabajo en varias áreas o materias**.

2. ¿Cuáles son y cómo se definen las competencias básicas?

En el marco de la propuesta realizada por la Unión Europea se han identificado ocho competencias básicas:

1. Competencia en comunicación lingüística.
2. Competencia matemática.
3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.
4. Tratamiento de la información y competencia digital.
5. Competencia social y ciudadana.
6. Competencia cultural y artística.
7. Competencia para aprender a aprender.
8. Autonomía e iniciativa personal.

• Competencia en comunicación lingüística

Esta competencia se refiere a la utilización del lenguaje como instrumento de comunicación oral y escrita, de representación, interpretación y comprensión de la realidad, de construcción y comunicación del conocimiento y de organización y autorregulación del pensamiento, las emociones y la conducta.

• Competencia matemática

Consiste en la habilidad para utilizar y relacionar los números, sus operaciones básicas, los símbolos y las formas de expresión y razonamiento matemático, tanto para producir e interpretar distintos tipos de información como para ampliar el conocimiento sobre aspectos cuantitativos y espaciales de la realidad, y para resolver problemas relacionados con la vida cotidiana y con el mundo laboral.

• Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.

Es la habilidad para interactuar con el mundo físico, tanto en sus aspectos naturales como en los generados por la acción humana, de tal modo que posibilita la comprensión de sucesos, la predicción de consecuencias y la actividad dirigida a la mejora y preservación de las condiciones de vida propia, de las demás personas y del resto de los seres vivos. En definitiva, incorpora habilidades para desenvolverse adecuadamente, con autonomía e iniciativa personal en ámbitos de la vida y del conocimiento muy diversos (salud, actividad productiva, consumo, ciencia, procesos tecnológicos, etc.), y para interpretar el mundo, lo que exige la aplicación de los conceptos y principios básicos que permiten el análisis de los fenómenos desde los diferentes campos de conocimiento científico involucrados.

• Tratamiento de la información y competencia digital

Esta competencia consiste en disponer de habilidades para buscar, obtener, procesar y comunicar información, y para transformarla en conocimiento. Incorpora diferentes habilidades, que van desde el acceso a la información hasta su transmisión en distintos sopor-

tes una vez tratada, incluyendo la utilización de las tecnologías de la información y comunicación como elemento esencial para informarse, aprender y comunicarse.

- **Competencia social y ciudadana**

Esta competencia hace posible comprender la realidad social en que se vive, cooperar, convivir y ejercer la ciudadanía democrática en una sociedad plural, así como comprometerse a contribuir a su mejora. En ella están integrados conocimientos diversos y habilidades complejas que permiten participar, tomar decisiones, elegir cómo comportarse en determinadas situaciones y responsabilizarse de las elecciones y decisiones adoptadas.

- **Competencia cultural y artística**

Esta competencia supone conocer, comprender, apreciar y valorar críticamente diferentes manifestaciones culturales y artísticas, utilizarlas como fuente de enriquecimiento y disfrute y considerarlas como parte del patrimonio de los pueblos.

- **Competencia para aprender a aprender**

Aprender a aprender supone disponer de habilidades para iniciarse en el aprendizaje y ser capaz de continuar aprendiendo de manera cada vez más eficaz y autónoma de acuerdo a los propios objetivos y necesidades.

- **Autonomía e iniciativa personal**

Esta competencia se refiere, por una parte, a la adquisición de la conciencia y aplicación de un conjunto de valores y actitudes personales interrelacionadas, como la responsabilidad, la perseverancia, el conocimiento de sí mismo y la autoestima, la creatividad, la autocrítica, el control emocional, la capacidad de elegir, de calcular riesgos y de afrontar los problemas, así como la capacidad de demorar la necesidad de satisfacción inmediata, de aprender de los errores y de asumir riesgos.

▸ Contribución de las Ciencias de la Naturaleza a la adquisición de las competencias básicas

BOE núm. 5 Viernes 5 enero 2007 PÁGINA 693

La mayor parte de los contenidos de Ciencias de la Naturaleza tiene una incidencia directa en la adquisición de la **competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico**. Precisamente el mejor conocimiento del mundo físico requiere el aprendizaje de los conceptos y procedimientos esenciales de cada una de las ciencias de la naturaleza y el manejo de las relaciones entre ellos: de causalidad o de influencia, cualitativas o cuantitativas, y requiere asimismo la habilidad para analizar sistemas complejos, en los que intervienen varios factores. Pero esta competencia también requiere los aprendizajes relativos al modo de generar el conocimiento sobre los fenómenos naturales. Es necesario para ello lograr la familiarización con el trabajo científico, para el tratamiento de situaciones de interés, y con su carácter tentativo y creativo: desde la discusión acerca del interés de las situaciones propuestas y el análisis cualitativo, significativo de las mismas, que ayude a comprender y a acotar las situaciones planteadas, pasando por el planteamiento de conjeturas e inferencias fundamentadas y la elaboración de estrategias para obtener conclusiones, incluyendo, en su caso, diseños experimentales, hasta el análisis de los resultados.

Algunos aspectos de esta competencia requieren, además, una atención precisa. Es el caso, por ejemplo, del conocimiento del propio cuerpo y las relaciones entre los hábitos y las formas de vida y la salud. También lo son las implicaciones que la actividad humana y, en particular, determinados hábitos sociales y la actividad científica y tecnológica tienen en el medio ambiente. En este sentido es necesario evitar caer en actitudes simplistas de exaltación o de rechazo del papel de la tecnociencia, favoreciendo el conocimiento de los grandes problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad, la búsqueda de soluciones para avanzar hacia el logro de un desarrollo sostenible y la formación básica para participar, fundamentadamente, en la necesaria toma de decisiones en torno a los problemas locales y globales planteados.

La **competencia matemática** está íntimamente asociada a los aprendizajes de las Ciencias de la Naturaleza. La utilización del lenguaje matemático para cuantificar los fenómenos naturales, para analizar causas y consecuencias y para expresar datos e ideas sobre la naturaleza proporciona contextos numerosos y variados para poner en juego los contenidos asociados a esta competencia y, con ello, da sentido a esos aprendizajes. Pero se contribuye desde las

Ciencias de la Naturaleza a la competencia matemática en la medida en que se insista en la utilización adecuada de las herramientas matemáticas y en su utilidad, en la oportunidad de su uso y en la elección precisa de los procedimientos y formas de expresión acordes con el contexto, con la precisión requerida y con la finalidad que se persiga. Por otra parte en el trabajo científico se presentan a menudo situaciones de resolución de problemas de formulación y solución más o menos abiertas, que exigen poner en juego estrategias asociadas a esta competencia.

El trabajo científico tiene también formas específicas para la **búsqueda, recogida, selección, procesamiento y presentación de la información** que se utiliza además en muy diferentes formas: verbal, numérica, simbólica o gráfica. La incorporación de contenidos relacionados con todo ello hace posible la contribución de estas materias al desarrollo de la competencia en el tratamiento de la información y competencia digital. Así, favorece la adquisición de esta competencia la mejora en las destrezas asociadas a la utilización de recursos frecuentes en las materias como son los esquemas, mapas conceptuales, etc., así como la producción y presentación de memorias, textos, etc.

Por otra parte, en la faceta de **competencia digital**, también se contribuye a través de la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación en el aprendizaje de las ciencias para comunicarse, recabar información, retroalimentarla, simular y visualizar situaciones, para la obtención y el tratamiento de datos, etc. Se trata de un recurso útil en el campo de las ciencias de la naturaleza y que contribuye a mostrar una visión actualizada de la actividad científica.

La contribución de las Ciencias de la Naturaleza a la **competencia social y ciudadana** está ligada, en primer lugar, al papel de la Ciencia en la preparación de futuros ciudadanos de una sociedad democrática para su participación activa en la toma fundamentada de decisiones; y ello por el papel que juega la naturaleza social del conocimiento científico. La alfabetización científica permite la concepción y tratamiento de problemas de interés, la consideración de las implicaciones y perspectivas abiertas por las investigaciones realizadas y la toma fundamentada de decisiones colectivas en un ámbito de creciente importancia en el debate social.

En segundo lugar, el conocimiento de cómo se han producido determinados debates que han sido esenciales para el avance de la ciencia, contribuye a entender mejor cuestiones que son importantes para comprender la evolución de la sociedad en épocas pasadas y analizar la sociedad actual. Si bien la Historia de la Ciencia presenta sombras que no deben ser ignoradas, lo mejor de la misma ha contribuido a la libertad del pensamiento y a la extensión de los derechos humanos. La alfabetización científica constituye una dimensión fundamental de la cultura ciudadana, garantía, a su vez, de aplicación del principio de precaución, que se apoya en una creciente sensibilidad social frente a las implicaciones del desarrollo tecnocientífico que puedan comportar riesgos para las personas o el medio ambiente.

La contribución de esta materia a la **competencia en comunicación lingüística** se realiza a través de dos vías. Por una parte, la configuración y la transmisión de las ideas e informaciones sobre la naturaleza pone en juego un modo específico de construcción del discurso, dirigido a argumentar o a hacer explícitas las relaciones, que solo se logrará adquirir desde los aprendizajes de estas materias.

El cuidado en la precisión de los términos utilizados, en el encadenamiento adecuado de las ideas o en la expresión verbal de las relaciones hará efectiva esta contribución. Por otra parte, la adquisición de la terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales hace posible comunicar adecuadamente una parte muy relevante de las experiencia humana y comprender suficientemente lo que otros expresan sobre ella.

Los contenidos asociados a la forma de construir y transmitir el conocimiento científico constituyen una oportunidad para el desarrollo de la **competencia para aprender a aprender**. El aprendizaje a lo largo de la vida, en el caso del conocimiento de la naturaleza, se va produciendo por la incorporación de informaciones provenientes en unas ocasiones de la propia experiencia y en otras de medios escritos o audiovisuales. La integración de esta información en la estructura de conocimiento de cada persona se produce si se tienen adquiridos en primer lugar los conceptos esenciales ligados a nuestro conocimiento del mundo natural y, en segundo lugar, los procedimientos de análisis de causas y consecuencias que son habituales en las Ciencias de la Naturaleza, así como las destrezas ligadas al desarrollo del carácter tentativo y creativo del trabajo científico, la integración de conocimientos y búsqueda de coherencia global, y la auto e interregulación de los procesos mentales.

El énfasis en la formación de un espíritu crítico, capaz de cuestionar dogmas y desafiar prejuicios, permite contribuir al desarrollo de la **autonomía e iniciativa personal**.

Es importante, en este sentido, señalar el papel de la Ciencia como potenciadora del espíritu crítico en un sentido más profundo: la aventura que supone enfrentarse a problemas abiertos, participar en la construcción tentativa de soluciones, en definitiva, la aventura de hacer ciencia. En cuanto a la faceta de esta competencia relacionada con la habilidad para iniciar y llevar a cabo proyectos, se podrá contribuir a través del desarrollo de la capacidad de analizar situaciones valorando los factores que han incidido en ellas y las consecuencias que pueden tener. El pensamiento hipotético propio del quehacer científico se puede, así, transferir a otras situaciones.

▸ ¿Dónde se localizan las competencias básicas en los objetivos generales del área de CCNN?

	Competencias							
Objetivos Generales del Área	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de las Ciencias de la Naturaleza para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar las repercusiones de desarrollos tecnocientíficos y sus aplicaciones.	X	X	X	X			X	X
2. Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como la discusión del interés de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado y la búsqueda de coherencia global.		X	X	X				X
3. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales, así como comunicar a otros argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la Ciencia.	X	X	X					X
4. Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, incluidas las tecnologías de la información y la comunicación, y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre temas científicos.	X		X	X			X	
5. Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas y tecnológicas.			X		X			X
6. Desarrollar actitudes y hábitos favorables a la promoción de la salud personal y comunitaria, facilitando estrategias que permitan hacer frente a los riesgos de la sociedad actual en aspectos relacionados con la alimentación, el consumo, las drogodependencias y la sexualidad.			X		X		X	X
7. Comprender la importancia de utilizar los conocimientos de las Ciencias de la Naturaleza para satisfacer las necesidades humanas y participar en la necesaria toma de decisiones en torno a problemas locales y globales a los que nos enfrentamos.			X		X			X
8. Conocer y valorar las interacciones de la Ciencia y la Tecnología con la Sociedad y el medio ambiente, con atención particular a los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad y la necesidad de búsqueda y aplicación de soluciones, sujetas al principio de precaución, para avanzar hacia un futuro sostenible.			X		X		X	
9. Reconocer el carácter tentativo y creativo de las Ciencias de la Naturaleza, así como sus aportaciones al pensamiento humano a lo largo de la historia, apreciando los grandes debates superadores de dogmatismos y las revoluciones científicas que han marcado la evolución cultural de la humanidad y sus condiciones de vida.			X		X	X	X	

1. Competencia en comunicación lingüística. 2. Competencia matemática. 3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. 4. Tratamiento de la información y competencia digital. 5. Competencia social y ciudadana. 6. Competencia cultural y artística. 7. Competencia para aprender a aprender. 8. Autonomía e iniciativa personal.

▸ Descriptores de las competencias básicas

Competencias	Descriptores
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	1. Expresar de forma oral y escrita pensamientos, emociones, vivencias y opiniones. 2. Estructurar el conocimiento dando coherencia y cohesión al discurso. 3. Comunicarse para establecer vínculos y relaciones constructivas con los demás y con el entorno. 4. Comprender, componer y utilizar distintos tipos de textos con intenciones comunicativas o creativas diversas. 5. Expresar e interpretar diferentes tipos de discurso mediante la aplicación efectiva de las reglas de funcionamiento de la lengua. 6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales. 7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	1. Conocer y manejar los elementos matemáticos básicos en situaciones reales o simuladas de la vida cotidiana. 2. Aplicar estrategias de resolución de problemas que nos plantean los seres vivos y los fenómenos naturales. 3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible. 4. Utilizar el lenguaje matemático para cuantificar los fenómenos naturales, para analizar causas y consecuencias y para expresar datos e ideas sobre la naturaleza. 5. Integrar el conocimiento matemático con el conocimiento del medio natural.
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO.	1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato. 2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos. 3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo. 4. Reconocer la naturaleza, fortalezas y límites de la actividad investigadora en la construcción del conocimiento. 5. Analizar los fenómenos físicos y aplicar el pensamiento científico- técnico para interpretar, predecir y tomar decisiones con iniciativa y autonomía personal. 6. Interactuar con el espacio físico circundante y resolver problemas en los que intervengan objetos y su posición. 7. A partir del conocimiento del cuerpo humano, de la naturaleza y de la interacción del ser humano con ella, adoptar una disposición a una vida física y mental saludable en un entorno natural y social también saludable, así como desarrollar hábitos de consumo responsable en la vida cotidiana. 8. Ser consciente la influencia que tiene la presencia de las personas en el espacio, su asentamiento, su actividad, las modificaciones que introducen y los paisajes resultantes. 9. Cuidar del medio ambiente y usar responsablemente los recursos naturales con criterios de sostenibilidad. 10. Conocer los conceptos, principios y leyes de las ciencias de la naturaleza así como los instrumentos y métodos empleados para la construcción del conocimiento científico.

COMPETENCIAS	DESCRIPTORES
IV. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y COMPETENCIA DIGITAL	1. Buscar, analizar, seleccionar, registrar, tratar, transmitir, utilizar y comunicar la información por medio de técnicas y estrategias específicas para informarse, aprender y comunicarse. 2. Dominar y aplicar en distintas situaciones y contextos lenguajes específicos básicos: textual, numérico, icónico, visual, gráfico y sonoro. 3. Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación extrayendo su máximo rendimiento a partir de la comprensión de la naturaleza y modo de operar de los sistemas tecnológicos. 4. Hacer uso habitual de los recursos tecnológicos disponibles para resolver problemas reales de modo eficiente. 5. Evaluar y seleccionar nuevas fuentes de información e innovaciones tecnológicas.
V. COMPETENCIA SOCIAL Y CIUDADANA	1. Comprender la pluralidad y el carácter evolutivo de las sociedades actuales y los rasgos y valores del sistema democrático. 2. Fundamentar éticamente las posturas personales en el respeto a principios y valores universales, como los que encierra la Declaración de los Derechos Humanos 3. Entender que los conflictos sociales de valores e intereses forman parte de la convivencia y desarrollar habilidades sociales para resolverlos. 4. Valorar el papel de la Ciencia en la preparación de futuros ciudadanos de una sociedad democrática para su participación activa en la toma fundamentada de decisiones. 5. Entender como la interacción entre la Ciencia, la técnica y la sociedad ha contribuido a la libertad de pensamiento y a la extensión de los derechos humanos. 6. Contribuir a la construcción de la paz y la democracia.
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	1. Entender la dimensión cultural de la Ciencia como una parte del conjunto del patrimonio cultural de la humanidad. 2. Analizar y comprender los aspectos culturales y estéticos propios del patrimonio natural. 3. Conocer cómo las representaciones artísticas han contribuido al conocimiento de los seres vivos y del mundo físico. 4. Interpretar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales. 5. Valorar la libertad de expresión, el derecho a la diversidad cultural y el diálogo intercultural.
VII. APRENDER A APRENDER	1. Ser consciente de lo que se sabe y de lo que es necesario aprender, de cómo se aprende y de cómo se gestionan y controlan de forma eficaz los procesos de aprendizaje. 2. Valorar el aprendizaje como un elemento que enriquece la vida personal y social, que merece por tanto el esfuerzo que requiere. 3. Desarrollar un sentimiento de competencia personal, que redunde en la motivación, la confianza en uno mismo y el gusto por aprender. 4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de decisiones racional y críticamente.
VIII. AUTONOMÍA E INICIATIVA PERSONAL	1. Desarrollar un espíritu crítico capaz de cuestionar dogmas y desafiar prejuicios, en consonancia con la capacidad de la Ciencia para enfrentarse a problemas abiertos. 2. Tener una visión estratégica de los retos y oportunidades que ayude a identificar y cumplir objetivos. 3. Mantener la motivación y la autoestima para lograr el éxito en las tareas emprendidas. 4. Ser flexible en los planteamientos, aunque perseverante y responsable. 5. Tener actitud positiva al cambio, ser asertivo y tener empatía 6. Ser capaz de imaginar, emprender, desarrollar y evaluar acciones o proyectos individuales o colectivos con creatividad, confianza, responsabilidad y sentido crítico.

▸ Estructura de la Guía Didáctica

I. INTRODUCCIÓN

- Competencias básicas
- Contribución de las Ciencias de la Naturaleza a la adquisición de las competencias básicas
- ¿Dónde se localizan las competencias básicas en los objetivos generales del área de CCNN?
- Descriptores de las competencias básicas

II. PROGRAMACIÓN BASADA EN LOS CONTENIDOS DEL LIBRO DEL ALUMNO

1. Página inicial:

- Resumen de la unidad
- Contenidos
- Criterios de evaluación de la unidad

2. Dobles paginas de texto de la unidad

- Resumen
- Referencias al banco de recursos
- **Programación de competencias** con expresión de la competencias, descriptores, indicadores de logro e indicación de qué contenidos y actividades trabajan esos indicadores.
- Solucionario de las actividades de la doble página

3. Actividades de atención a la diversidad (tres niveles de dificultad: refuerzo, actualiza tus conocimientos y ampliación).

- Programación de competencias con descriptores con expresión de en qué descriptores se ubican las diferentes actividades
- Solucionario de las actividades diversificadas

4. a) Taller y laboratorio y b) CTS

- **Programación de competencias** con expresión de descriptores para estas actividades

5. Modelo de examen para la evaluación de competencias y tabla de aplicación del examen para la evaluación de competencias.

6. Bibliografía

Programación basada en los contenidos del libro del alumno



RESUMEN

Del ecosistema los seres vivos obtenemos lo necesario para vivir. Se establecen así un conjunto de relaciones, entre las que destacan las relaciones tróficas, en las que la materia y la energía circulan de unos seres a otros. De los seres vivos, los seres humanos obtenemos también los alimentos gracias a la agricultura, la ganadería y la pesca, pero a base de transformar ese entorno y adaptarlo a nuestras necesidades. Esa transformación no está exenta de problemas y de riesgos y, de momento, no ha servido para alimentar adecuadamente a toda la humanidad.

CONTENIDOS

CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	ACTITUDES
1. El ecosistema. - La estructura trófica del ecosistema. 2. La circulación de materia y energía. - El ciclo del carbono. - El ciclo del nitrógeno. - El ciclo del fósforo. - El flujo de energía. 3. Biomasa, producción y productividad. - Pirámides ecológicas. 4. La producción de alimentos. - La producción agrícola. - La producción ganadera. - La producción pesquera. - El hambre en el mundo. 5. La regulación en el ecosistema. - Las estrategias de supervivencia. - Las relaciones tróficas. - La biodiversidad. 6. Las plagas. - Las causas de las plagas. - El control químico: los plaguicidas. - El control biológico de plagas.	1. Interpretar diagramas sobre cadenas y redes tróficas, diferenciando productores, consumidores de diversos órdenes y descomponedores. 2. Interpretar y realizar diagramas sobre los ciclos biogeoquímicos del carbono, del nitrógeno y del fósforo, diferenciando aquellos que tienen un reservorio atmosférico del elemento de los que no lo tienen. 3. Describir el flujo de energía en un ecosistema concreto, identificando la fuente primaria y las fases en las que se produce degradación o pérdida. 4. Interpretación y realización de pirámides ecológicas de biomasa y de producción. 5. Aplicación analítica del concepto de producción y de productividad. 6. Comparación de datos reales de la biomasa y de la producción primaria de diferentes ecosistemas acuáticos y terrestres. 7. Interpretación de la producción de alimentos como producción ecológica de ecosistemas agrícolas y marinos. 8. Análisis de gráficas sobre crecimiento de especies con diferentes estrategias ecológicas. 9. Estudios semicuantitativos de las variaciones cíclicas de la población de predador y presa. 10. Identificación de los factores causantes de las plagas y de cómo el control de aquellos puede llevar al control biológico de las mismas. 11. Análisis comparativo de la evolución de la superficie agrícola, la producción total de cereales y carne, la dieta media diaria mundial, la población afectada por desnutrición y la calidad de vida a nivel mundial. 12. Lectura, análisis y debate de un documento sobre los alimentos transgénicos.	1. Interés por conocer el papel que realizan los productores, consumidores y descomponedores en el ecosistema. 2. Valoración de la importancia de la lucha biológica como método para la conservación del medio y la salud. 3. Creatividad en la resolución de problemas ecológicos. 4. Sensibilización ante la importancia que en el mantenimiento de los ecosistemas tienen todos y cada uno de los elementos de los redes tróficas. 5. Valoración de la pulcritud en la realización de ejercicios de representación gráfica. 6. Respeto al orden conveniente en los ejercicios que precisan de puesta en común de diversas opiniones.



CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Valorar la importancia de la relación entre los seres vivos y su entorno.
- Comprender el concepto de ecosistema e identificar los componentes bióticos (biocenosis) y abióticos (biotopo) de un ecosistema.
- Reconocer cadenas y redes tróficas sencillas a partir de datos de alimentación de las especies o de esquemas o dibujos de los ecosistemas, así como representar gráficamente esas relaciones tróficas.
- Comprender el papel de productores, consumidores y descomponedores en un ecosistema.
- Identificar el ciclo de materia y el flujo de energía de un ecosistema y representarlo gráficamente.
- Conocer los procesos envueltos en los ciclos bio-geo-químicos, así como el papel de la humanidad en esos ciclos.
- Identificar la progresiva disminución de energía disponible al ascender en la cadena trófica.
- Relacionar las características de la agricultura y la ganadería con el nivel de desarrollo de la sociedad y, con ello, con la dieta media de esa sociedad.
- Comprender algunas causas de la desnutrición y la sobrenutrición en el mundo, así como posible soluciones al problema del hambre.
- Reconocer el papel regulador de las relaciones tróficas, valorando la importancia de la diversidad en la regulación del ecosistema.
- Conocer las causas de las plagas, así como los diversos sistemas de lucha contra ellas, sus ventajas y sus desventajas.
- Interpretar gráficas, dibujos y esquemas de ecosistemas y de relaciones ecológicas.

RESUMEN

Este primer punto es un recordatorio de lo estudiado en 2º de ESO. Tras definir el **ecosistema** y sus componentes fundamentales, el **biotopo** y la **biocenosis**, se recuerdan los **niveles tróficos** del ecosistema, los **productores**, **consumidores** y **descomponedores**, y su papel en el ecosistema.



1 El ecosistema

El ecosistema

La vida es un fenómeno rico y diverso que presenta varios niveles de organización: *el nivel elemental*, que tiene en cuenta los elementos químicos característicos de la materia viva; el *nivel molecular*, integrado por las moléculas que componen los seres vivos; el *nivel celular* que comprende las células y las estructuras celulares; el *nivel orgánico*, formado por los diferentes órganos que resultan de la asociación estructurada de las células, etc.... hasta llegar al **nivel de ecosistema**, que es el que presenta mayor extensión y complejidad.

Un **ecosistema es un nivel de organización constituido por seres vivos y componentes inertes interrelacionados.**

En un ecosistema distinguimos por consiguiente, dos componentes diferentes: los organismos vivos, denominados en su conjunto **comunidad o biocenosis** y el medio físico- químico, abiótico, o **biotopo.** El humedal de la fig.1.1 constituye un buen ejemplo de ecosistema: es un espacio delimitado en el que existe una comunidad formada por microorganismos, plantas y animales que se relacionan entre sí y con un biotopo que presenta unas determinadas características físico- químicas, de temperatura, iluminación, salinidad, sustrato, etc.

La ecología

La ciencia que estudia los ecosistemas es la Ecología. En términos más concretos y significativos podemos definir la **Ecología** como **el estudio científico de las interacciones entre los seres vivos y el medio ambiente, las cuales determinan la distribución y abundancia de aquellos.**

La Ecología es una Ciencia de síntesis, es decir, utiliza muchos de los conocimientos y herramientas experimentales de otras Ciencias para elaborar su propio campo de conocimiento y sus métodos de estudio de la Naturaleza.

La Ecología no se limita a describir los fenómenos naturales, sino que trata de ofrecer explicaciones razonadas de los mismos. Elabora modelos generales dentro de los cuales encuentran explicación los hechos concretos observados. Dichos modelos serán tanto más válidos cuanto permitan predecir situaciones futuras a partir de análisis actuales.

12

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.2. Estructurar el conocimiento dando coherencia y cohesión al discurso.	Diferencia entre ecosistema, biotopo y biocenosis, y entre los distintos niveles tróficos.	Texto, imágenes
	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Comprende y utiliza adecuadamente los términos relacionados con la ecología y los niveles tróficos.	Texto, imágenes
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Analiza e interpreta como circula la materia en un ecosistema.	Fig. 1.4
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza imágenes de cadenas y redes tróficas.	Fig. 1.4, 1.5

LA ESTRUCTURA TRÓFICA DEL ECOSISTEMA.

Las relaciones de competencia más comunes en un ecosistema son las relaciones tróficas. Entre dos seres vivos se establece una **relación trófica** cuando uno se alimenta del otro: son relaciones de alimentación. En un ecosistema se pueden distinguir tres niveles tróficos: los **productores**, los **consumidores** y los **descomponedores** (fig.1.4).

Los **productores** son los organismos **autótrofos**, principalmente las **plantas verdes**, las **algas** y las **bacterias fotosintéticas**, que construyen su propia materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas sencillas, merced a la captación de la energía luminosa en el proceso de la fotosíntesis. También son autótrofos los **organismos quimiosintéticos** que en lugar de energía luminosa, utilizan la que se produce en determinadas reacciones químicas.

Los **consumidores** son organismos **heterótrofos**, que se alimentan de otros, cuyas sustancias utilizan como fuente de energía y materia. Pueden ser consumidores **primarios** o **herbívoros**, si se alimentan de productores, o consumidores **secundarios** si se alimentan de herbívoros. En muchos ecosistemas hay consumidores **terciarios**, **cuaternarios** y de órdenes superiores. A los consumidores secundarios y de orden superior se les llama genéricamente, **carnívoros**. Aquellos consumidores que comen de dos o más niveles se les llama **omnívoros**.

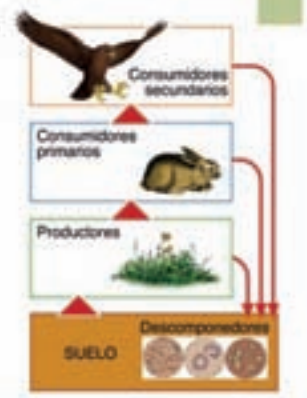


Fig. 1.4 El reciclaje de materia en el ecosistema.

Los **descomponedores** o **detritívoros** son aquellos organismos, **hongos** y **bacterias** principalmente, que se alimentan de restos y detritos de consumidores y productores. Aunque poco aparentes, tienen una importancia enorme para los ecosistemas, puesto que devuelven al medio numerosas sustancias químicas, que pueden ser reutilizadas sobre todo por los productores.

En cualquier ecosistema se cumple el principio de que un ser vivo es comido por otro, el cual, a su vez, sirve de alimento a un tercero y éste a un cuarto y así hasta cinco o seis organismos, formando las denominadas **cadenas tróficas** o alimentarias (fig.3.1), en las que cada organismo constituye un eslabón de la cadena y cuyas relaciones entre ellos se representan mediante flechas que indican el sentido en que se transfiere la materia.

Las diferentes cadenas tróficas que podemos reconocer en un ecosistema no están aisladas, sino que se conectan entre sí. Un elemento de la cadena puede comer o ser comido por varios organismos diferentes. A este entramado de relaciones alimentarias se le denomina **red trófica** (fig. 1.5).

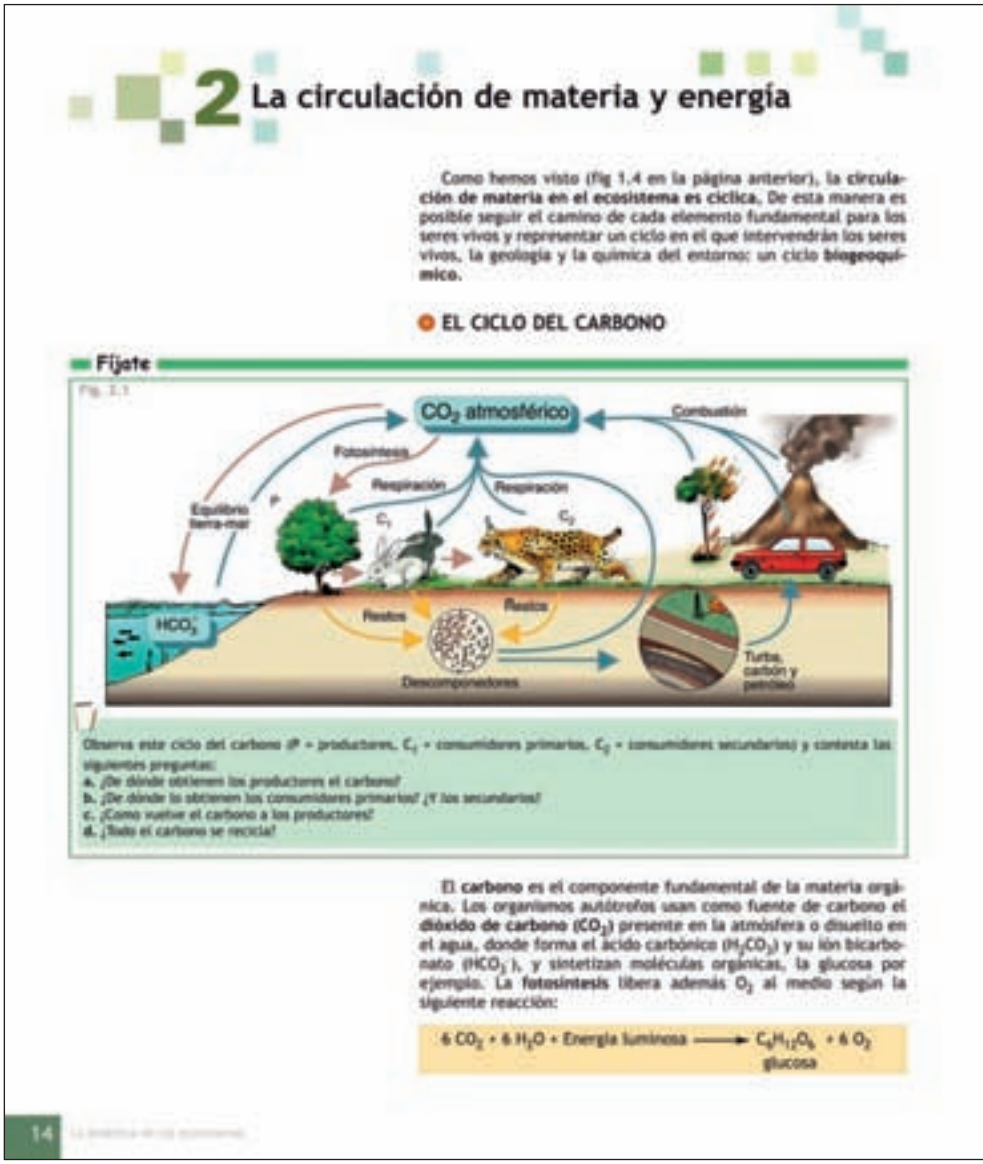


P = Productores (fitoplancton)
C_1 = Consumidores primarios (zooplancton)
C_2 = Consumidores de orden 2
C_3 = Consumidores de orden 3

Fig. 1.5 Red trófica, formada por varias cadenas interconectadas.

RESUMEN

El segundo apartado estudia ya con detalle la **circulación de la materia y la energía** dentro de un ecosistema. Partiendo de lo estudiado anteriormente, se estudia con detalle como circulan varios de los elementos fundamentales para los seres vivos, como son el **carbono**, el **nitrógeno y el fosforo**. Se introduce el concepto de **ciclo biogeoquímico** y se detallan en esta doble página los del carbono, del **oxígeno** y del nitrógeno.



2 La circulación de materia y energía

Como hemos visto (Fig 1.4 en la página anterior), la **circulación de materia en el ecosistema es cíclica.** De esta manera es posible seguir el camino de cada elemento fundamental para los seres vivos y representar un ciclo en el que intervendrán los seres vivos, la geología y la química del entorno: un ciclo **biogeoquímico.**

EL CICLO DEL CARBONO

Fíjate

Fig. 2.1

Observa este ciclo del carbono (P = productores, C_1 = consumidores primarios, C_2 = consumidores secundarios) y contesta las siguientes preguntas:

a. ¿De dónde obtienen los productores el carbono?
b. ¿De dónde lo obtienen los consumidores primarios? ¿Y los secundarios?
c. ¿Como vuelve el carbono a los productores?
d. ¿Todo el carbono se recicla?

El **carbono** es el componente fundamental de la materia orgánica. Los organismos autótrofos usan como fuente de carbono el **dióxido de carbono** (CO_2) presente en la atmósfera o disuelto en el agua, donde forma el ácido carbónico (H_2CO_3) y su ión bicarbonato (HCO_3^-), y sintetizan moléculas orgánicas, la glucosa por ejemplo. La **fotosíntesis** libera además O_2 al medio según la siguiente reacción:

$$6\,CO_2 + 6\,H_2O + \text{Energía luminosa} \longrightarrow \underset{\text{glucosa}}{C_6H_{12}O_6} + 6\,O_2$$

14

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Justifica el nombre de ciclo biogeoquímico.	Texto
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Describe el papel que juegan los distintos niveles tróficos.	Texto e imágenes
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza y describe los ciclos de los distintos elementos.	Texto, imágenes, Fíjate Fig. 2.1
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Interpreta el significado de ciclo cerrado sobre los esquemas de los ciclos biogeoquímicos.	Texto e imágenes
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar y realizar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Interpreta las ilustraciones de los ciclos del carbono y del nitrógeno.	Imágenes

Parte de la materia orgánica así producida es consumida por los propios productores y la restante circula por los distintos niveles tróficos. En cada nivel la **respiración** de la materia orgánica libera de nuevo CO_2 a la atmósfera:

$$C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 \longrightarrow 6\,CO_2 + 6\,H_2O + \text{Energía química}$$
glucosa

Una parte de la materia orgánica no es asimilada en cada nivel y se acumula en forma de **materia orgánica muerta**. Sobre ella actúan los organismos descomponedores, que terminan de descomponerla y de reincorporar el CO_2 al entorno.

El proceso de descomposición no es perfecto y un parte de la materia orgánica muerta acumulada se escapa del reciclaje y pasa a formar parte de depósitos geológicos de carbón (continentales) o de petróleo y gas natural (marinos). Forman los **combustibles fósiles**. Su combustión para obtener energía libera rápidamente ese CO_2 retirado durante millones de años.

EL CICLO DEL NITRÓGENO

Las plantas captan el nitrógeno que necesitan para fabricar materia orgánica en forma de **ión nitrato** (NO_3^-). Este ión está presente en el suelo y disuelto en el agua.

El ciclo del oxígeno

El ciclo del oxígeno va paralelo al del carbono ya que la fotosíntesis, proceso que incorpora el carbono del CO_2 a la materia orgánica, desprende O_2 y la respiración, proceso que libera CO_2, consume O_2. El oxígeno forma además ozono (O_3) en la atmósfera.



Fig. 1.3 El ciclo del oxígeno

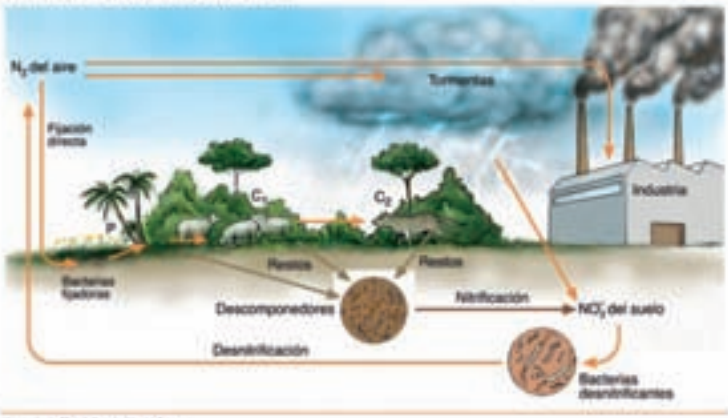


Fig. 1.3 El ciclo del nitrógeno

Existe un conjunto de bacterias, **las bacterias fijadoras**, que son capaces de captar el N_2 atmosférico y transformarlo en ión nitrato. Estas bacterias enriquecen el medio en nitrato y favorecen el crecimiento de vegetales.

SOLUCIONARIO

Fíjate

Observa este ciclo del carbono (P= productores, C_1= consumidores primarios, C_2 = consumidores secundarios) y contesta las siguientes preguntas:

a. ¿De dónde obtienen los productores el carbono?

Los terrestres los obtienen directamente de la atmósfera, mientras que los acuáticos del CO_2 disuelto en el agua. En ambos casos es carbono inorgánico.

b. ¿De dónde lo obtienen los consumidores primarios? ¿Y los secundarios?

Los consumidores primarios lo obtienen de la materia orgánica que ingieren al alimentarse de los vegetales. Los consumidores secundarios lo obtienen de la materia orgánica de los consumidores primarios de los que se alimentan.

c. ¿Como vuelve el carbono a los productores?

El carbono vuelve a los productores por la respiración de todos los seres vivos: al respirar, se oxida la materia orgánica para obtener energía y se desprende CO_2. También por la combustión y la descomposición de la materia orgánica en el suelo.

d. ¿Todo el carbono se recicla?

No del todo: parte de la materia orgánica se convierte en combustibles fósiles (carbón, petróleo o gas natural) y ese carbono allí acumulado se retira durante millones de años del ciclo. Su combustión para obtener energía incrementa la cantidad de CO_2 acumulada en la atmósfera.

RESUMEN

Tras completar el ciclo del nitrógeno y hacer una breve referencia al del **azufre**, se detalla el **ciclo del fósforo** y su particularidad de no tener componentes gaseosos, lo que dificulta su reposición en un ecosistema terrestre que lo haya perdido. Este apartado termina con el estudio del **flujo de energía**, un flujo continuo que circula unidireccionalmente de un nivel trófico a otro.



El ciclo del azufre.

Es muy parecido al del nitrógeno. Las plantas captan el azufre del medio en forma de **sulfato** (SO_4^{2-}). En la atmósfera aparecen compuestos gaseosos como el ácido sulfhídrico (H_2S) o el dióxido de azufre (SO_2). Existen unas **bacterias fijadoras del azufre** capaces de transformar el H_2S en sulfato.

El azufre se acumula en los combustibles fósiles y su combustión libera SO_2, un gas que al reaccionar con el agua produce ácido sulfúrico que causa también la lluvia ácida.

La bacterias nitrificantes viven libres en el suelo o asociadas a las raíces de algunos vegetales, como las leguminosas, que son capaces de colonizar suelos sin nitratos o enriquecer de nuevo el suelo en nitratos si se ha agotado. Otro conjunto de bacterias **desnitrificantes** son capaces de descomponer y eliminar nitrógeno (N_2) a la atmósfera.

El nitrógeno también se incorpora a los combustibles fósiles, cuya combustión libera a la atmósfera **óxidos de nitrógeno** como el NO_2, que al combinarse con el vapor de agua produce un ácido muy fuerte, el ácido nítrico, que forma la lluvia ácida.

EL CICLO DEL FÓSFORO

Fig. 2.4 El ciclo del fósforo

Fig. 2.5 La cantidad de algas presentes en las aguas españolas es mayor cuanto mayor es la cantidad de fosfatos en el agua.

A diferencia de todos los ciclos anteriores, el del fósforo no tiene ningún componente gaseoso (fig. 2.4). El fósforo necesario se absorbe en forma de **fosfato** (PO_4^{3-}). En los ecosistemas terrestres, el fosfato se obtiene por la meteorización de las rocas en el suelo, de donde lo captan las plantas. El fosfato que no se capta se disuelve lentamente en el agua del suelo y se arrastra disuelto hacia lagos y mares (fig. 2.4).

En los ecosistemas acuáticos, el fosfato disuelto es capturado por las algas y el resto se precipita en los **sedimentos del fondo**, donde se acumula. La pesca de organismos acuáticos por parte de animales terrestres devuelve parte de este fosfato al ecosistema. El resto solo volverá al continente tras un proceso de orogenia.

Al ser el único ciclo sin componentes atmosféricos, la pérdida de fosfato o la baja concentración en el suelo es muy difícil de recuperar. Por ello el fosfato **es un factor que limita el crecimiento** y desarrollo en los ecosistemas (fig 2.5).

16

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.2. Estructurar el conocimiento dando coherencia y cohesión al discurso.	Diferencia entre los distintos ciclos biogeoquímicos.	Act. B, Act. C
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Justifica el nombre de ciclo biogeoquímico.	Act. A
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Describe el papel que juegan los distintos niveles tróficos.	Act. E
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza y describe los ciclos de los distintos elementos.	texto, imágenes,
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar y realizar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Interpreta el significado del esquema del flujo de energía.	Texto, Fíjate fig. 2.6



EL FLUJO DE ENERGÍA

Una parte importante de la materia orgánica producida por los productores o ingerida por los siguientes niveles tróficos se dedica a **obtener energía mediante la respiración celular**, un proceso de oxidación que libera CO_2. Esa energía se usa en los distintos procesos vitales: movimiento, fabricación o reparación de estructuras celulares, crecimiento, reproducción, etc.

La energía que consume cada organismo se degrada y no está disponible para el siguiente nivel trófico. Por eso la **energía circula en el ecosistema en forma de un flujo continuo** que va siempre en una misma dirección: del productor al consumidor primario, de éste al secundario y así sucesivamente. Los descomponedores reciben esa energía de todos los niveles y terminan por degradarla.

Para que circule este flujo en un ecosistema es necesaria siempre una **fuente externa** de energía que usan los productores para sintetizar la materia orgánica a partir de inorgánica. La mayoría de los organismos productores son **fotosintéticos** y el flujo de energía circula gracias al aprovechamiento que hacen de la radiación solar.

Sin embargo existen un conjunto de microorganismos capaces de fabricar materia orgánica usando la energía producida por algunas reacciones químicas. Son los organismos **quimiosintéticos**. En la actualidad aparecen en ecosistemas marginales: surgencias de aguas termales, como en el fondo oceánico o en medios muy ácidos. Sin embargo estos organismos jugaron un papel importantísimo en la primera etapa de vida sobre la Tierra. Su estudio ha adquirido relevancia desde hace unos pocos años ya que los exobiólogos, los científicos que se plantean como y donde puede aparecer la vida fuera de la Tierra, piensan que organismos similares podrían vivir en otros planetas, como Marte.

Actividades

A. Tras estudiar los ciclos, ¿te parece adecuada la denominación de ciclos biogeoquímicos? Justifica tu respuesta con ejemplos.

B. ¿Qué tienen en común el ciclo del carbono y el del nitrógeno?

C. ¿Qué diferencia al ciclo del fósforo de los demás ciclos? ¿Qué efecto tiene esa diferencia?

D. ¿Cuál es el papel de los descomponedores en los ciclos de materia del ecosistema? ¿Y en el flujo de energía?

E. ¿Qué pasa si eliminamos de un ecosistema todos los consumidores? ¿Y si eliminamos los descomponedores? ¿Qué ocurre si conseguimos eliminar todos los productores?

Fíjate

Fig. 2.6 El flujo de energía en el ecosistema.

Consumidores secundarios

Consumidores primarios

Productores

a. Describe brevemente la fig. 2.6
b. ¿Por qué se habla de flujo de energía y no de ciclo?
c. Compara esta imagen con la que muestra la fig. 1.4.

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Tras estudiar los ciclos, ¿te parece adecuada la denominación de ciclos biogeoquímicos? Justifica tu respuesta con ejemplos.

Sí, en cada ciclo el elemento estudiado pasa por distintas fases: **orgánico** al formar parte de los seres vivos, **inorgánico** formando parte de la composición química del aire o el agua, o de los materiales de la corteza terrestre.

B. ¿Qué tienen en común el ciclo del carbono y el del nitrógeno?

Tienen varios puntos en común. En una fase del ciclo el carbono y el nitrógeno forman parte de los gases de la atmósfera. También que a esa fase llegan no solo por procesos naturales sino también por procesos industriales.

C. ¿Qué diferencia al ciclo del fósforo de los demás ciclos? ¿Qué efecto tiene esa diferencia?

La diferencia fundamental es que el ciclo del fósforo no tiene ninguna fase gaseosa ya que el fósforo solo aparece en forma de fosfato, bien sólido bien disuelto en el agua. En los ciclos del carbono y del nitrógeno, la pérdida de alguno de esos componentes de un ecosistema se puede compensar con la incorporación rápida de CO_2 o de nitrógeno desde la atmósfera. Pero en el caso del fósforo, el ecosistema terrestre que pierda fósforo solo lo recupera por procedimientos muy lentos que duran de años a millones de años. El fósforo es un factor limitante en muchos ecosistemas.

D. ¿Cuál es el papel de los descomponedores en los ciclos de materia del ecosistema? ¿Y en el flujo de energía?

Son los encargados de reciclar los restos de materia orgánica que no se hayan reciclado antes, liberando en ese proceso sustancias químicas que pueden usar de nuevo los productores. Cierran el ciclo de la materia en el ecosistema.

E. ¿Qué pasa si eliminamos de un ecosistema todos los consumidores? ¿Y si eliminamos los descomponedores? ¿Qué ocurre si conseguimos eliminar todos los productores?

Un ecosistema necesita para funcionar, productores, capaces de fabricar materia orgánica, y descomponedores que se encargan del reciclaje de los restos de la materia orgánica. La presencia de consumidores tiene muchos efectos (ayuda al reciclaje, controla las poblaciones, etc.), pero no es estrictamente necesaria para cerrar el ciclo de materia.

RESUMEN

Se plantean varios conceptos relacionados con la estructura trófica de un ecosistema: la **biomasa**, la **producción** y la **productividad**. Para cada uno se explica su significado y la forma de calcularlo o representarlo, diferenciándose además entre **producción primaria y secundaria** y entre **producción bruta y neta**. Por último se muestra la forma más común de representarlos gráficamente: las **pirámides ecológicas**.



3 Biomasa, producción y productividad

Los tres conceptos del título, biomasa, producción y productividad se relacionan con la **estructura trófica de un ecosistema**.

LA BIOMASA

La cantidad de materia que tiene un determinado nivel trófico es su **biomasa**. Con frecuencia se expresa en gramos de materia seca x m^{-2}. La biomasa de un nivel puede variar a lo largo del tiempo, pues los organismos fijan suficiente energía del nivel precedente para crecer y reproducirse.

LA PRODUCCIÓN

El incremento de biomasa de un nivel trófico, en un tiempo dado, se denomina **producción** y puede medirse en g de materia seca x m^{-2} x $año^{-1}$. Si utilizamos el equivalente energético de la materia seca (calor combustión), la producción puede expresarse en kcal x m^{-2} x $año^{-1}$. Esta producción tiene características propias en cada nivel trófico.

Producción primaria

La producción primaria (PP) se refiere sólo a la de los organismos autótrofos y es la cantidad de materia orgánica que producen por procesos de fotosíntesis o quimiosíntesis. Puede ser bruta (PPB) o neta (PPN).

- **Producción Primaria Bruta (PPB):** es la cantidad total de materia orgánica producida por los organismos autótrofos.
- **Producción Primaria Neta (PPN):** es la cantidad de total de materia que acumulan los productores. Representa la cantidad máxima de materia orgánica que queda disponible para el siguiente nivel trófico y se calcula restándole a la producción bruta la materia consumida por la respiración:

PPN = PPB - Respiración

Producción secundaria

La producción secundaria (PS) se refiere a los organismos heterótrofos, tanto consumidores como descomponedores. Es la cantidad total de materia que ingieren en un año y, al igual que en el caso anterior, la producción secundaria puede ser también bruta (cantidad total de materia incorporada) o neta (si descontamos la respiración).

18

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Diferencia entre biomasa, producción y productividad.	Act. 1
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.1. Conocer y manejar los elementos matemáticos básicos en situaciones reales o simuladas de la vida cotidiana.	Calcula la productividad primaria neta.	Fíjate Tabla I
	II.3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible.	Aplica las ecuaciones sobre la producción.	Fíjate Tabla I, cuest, c
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar y realizar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Interpreta representaciones de las pirámides ecológicas.	Texto, Fig. 3.4

SOLUCIONARIO

Fíjate

Observa los datos de la tabla y contesta a las siguientes

a. Ordena los ecosistemas de mayor a menor biomasa.

Selva tropical → Bosques coníferas → Bosques caducifolios → Sabanas → Praderas grandes algas → Praderas de Posidonia → Tundra → Pastos → Estepas → Desiertos → Mar abierto.

b. Ordénalos ahora de mayor a menor producción. ¿Observas alguna diferencia con la pregunta A?

Praderas grandes algas → Selva tropical → Praderas de Posidonia → Pastos → Bosques caducifolios → Bosques coníferas → Estepas → Sabanas → Mar abierto → Tundra → Desiertos.



La productividad

La productividad es el cociente representado en porcentaje entre cualquiera de las distintas producciones explicadas anteriormente y la biomasa de ese nivel. Da una idea del dinamismo ecológico de las poblaciones.

PIRÁMIDES ECOLÓGICAS

Son representaciones gráficas que, de forma sencilla y directa, nos proporcionan información sobre algunos parámetros del ecosistema. Consisten en esencia en un histograma (diagrama de barras) horizontal, en el que cada uno de los rectángulos corresponde a un nivel trófico, y cuya base es proporcional al valor del parámetro representado.

Normalmente se utilizan tres tipos:

- **Pirámides de números.** En ellas se representa el número de individuos de cada nivel trófico. No suministran mucha información sobre el ecosistema puesto que, por ejemplo, un elefante y una hormiga, como individuos, valen numéricamente lo mismo. Se utilizan cada vez menos.
- **Pirámides de biomasa.** Representan la biomasa (en g/m, o la total) de cada nivel trófico. Estas pirámides aportan mucha información sobre el ecosistema. En la mayoría de ellas, a medida que avanzamos en la escala trófica, disminuye la biomasa. No obstante, en algunos ecosistemas acuáticos se producen pirámides de biomasa invertidas: el fitoplancton (productores), tiene menos biomasa que el zooplancton (consumidores). Ello se explica por la elevada tasa de reproducción de algunos organismos del fitoplancton.
- **Pirámides de producción.** También denominadas pirámides de energía, representan la producción -bruta o neta- de cada nivel trófico. Suministran información sobre el flujo de energía en el ecosistema. Obviamente, nunca tienen forma invertida.

Fíjate

Biomasa y producción primaria neta de varios ecosistemas.

Ecosistema	Biomasa gC/m²	Producción gC/m² año
Selvas tropicales	21 600	1 250
Bosques coníferas	8 000	250
Bosques caducifolios	6 750	377
Sabanas	1 100	130
Estepas	300	188
Pastos	375	480
Tundra	410	70
Desiertos	40	15
Praderas de grandes algas	1050	1325
Praderas de Posidonia	550	1095
Mar abierto	10	100

Observa los datos de la tabla y contesta a las siguientes cuestiones:
a. Ordena los ecosistemas de mayor a menor biomasa.
b. Ordénalos ahora de mayor a menor producción. ¿Observas alguna diferencia con la relación anterior?
c. Calcula la productividad primaria neta de los ecosistemas y comenta los resultados.

Actividades

Diferencia claramente entre biomasa, producción y productividad. Un ecosistema con mayor biomasa, ¿es necesariamente más productivo? Justifica tu respuesta

Fig. 1.4 a) Pirámide de números; b) Pirámide de biomasa; c y d) Pirámide de producción. P: Productores. C_1: Consumidores primarios. C_2: Consumidores secundarios. C_3: Consumidores terciarios.

Pradera (verano)

Arrecife de coral

Bosque subtropical (Prod. bruta)

Bosque subtropical (Prod. neta)

19

Actividades

Diferencia claramente entre biomasa, producción y productividad. Un ecosistema con mayor biomasa, ¿es necesariamente más productivo? Justifica tu respuesta

La biomasa es la cantidad de materia acumulada en un determinado nivel trófico, la producción es la cantidad de materia orgánica que aumenta anualmente en ese nivel trófico y la productividad es el cociente entre ambos valores.

No, de hecho, los ecosistemas de mayor biomasa, los bosques y selvas, no son los más productivos, como se ha visto en la tabla I.

c. Calcula la productividad primaria neta de los ecosistemas y comenta los resultados.

Los ecosistemas más productivos no son los que mayor biomasa vegetal incorporan, sino que son los ecosistemas marinos basados en algas o ecosistemas donde predominan los vegetales herbáceos (pastos, estepas o sabanas). En general, el desarrollo de árboles supone un incremento importante de la biomasa (acumulan mucha materia orgánica en tronco y ramas), pero con una productividad baja.

Ecosistema	Biomasa gC/m²	Producción gC/m² año	Productividad primaria neta
Selvas tropicales	21600	1250	5,8%
Bosques coníferas	8000	250	3,1%
Bosques caducifolios	6750	377	5,6%
Sabanas	1100	130	11,8%
Estepas	300	188	62,7%
Pastos	375	480	128,0%
Tundra	410	70	17,1%
Desiertos	40	15	37,5%
Praderas de grandes algas	1050	1325	126,2%
Praderas de Posidonia	550	1095	199,1%
Mar abierto	10	100	1000,0%

NOTAS

1. Los datos aportados, tanto de biomasa como de PPN son datos medios. En la naturaleza los datos pueden sufrir amplias variaciones ya que bajo un epígrafe común, como el de selvas, se engloban selvas tan diferentes como la de la India, las diversas selvas africanas o toda la selva amazónica con su enorme diversidad de ecosistemas y, con ello, de biomasas y producciones.

2. Las praderas de grandes algas se refieren a las de algas como la laminaria o el kelp, algas que pueden crecer en condiciones óptimas hasta 50 cm diarios. En general los ecosistemas acuáticos son los de mayor productividad primaria, pero los de mayores cadenas tróficas, con la consiguiente pérdida de materia orgánica para llegar al nivel de pescados de tamaño comercial.

RESUMEN

En este apartado se estudia la producción agrícola, ganadera y pesquera para la obtención de alimentos. Se plantea el hecho de que tanto la agricultura como la ganadería son diferentes según el grado de desarrollo de los países. En cuanto a la pesca se plantea el problema del agotamiento de muchos de los caladeros actuales.

Finalmente se trata el problema del hambre en el mundo que, entre otras causas, se debe al mal reparto de los alimentos a nivel mundial.



4 La producción de alimentos

Uno de los grandes problemas a los que enfrenta la humanidad es la obtención de alimento, ya que una parte de la humanidad no dispone en este momento de una cantidad suficiente de alimento y sufre un problema más o menos serio de **desnutrición**. Las causas son múltiples y tienen que ver con la producción agrícola y ganadera y con el reparto de esos alimentos.

La producción agrícola

La agricultura es la base fundamental de la obtención de alimento en el mundo. Representa además el primer escalón de la pirámide alimentaria (productores). Podemos distinguir dos tipos de productos agrícolas:

- **Productos de consumo directo:** son alimentos vegetales que se incorporan directamente a nuestra dieta y varían de unas regiones a otras del mundo.
- **Productos para alimentación ganadera:** son cultivos destinados a alimentar al ganado. Son fundamentalmente cereales y diversos tipos de plantas herbáceas (pastos).

La agricultura es diferente según el grado de desarrollo de una región. En **las zonas rurales menos desarrolladas es una agricultura de subsistencia** (sólo para la alimentación humana), poco tecnificada y que de depende de las lluvias: una mala meteorología arrasa las cosechas. La dieta depende fundamentalmente de un único producto (arroz, trigo, maíz, etc.) y, por lo tanto, es una dieta poco variada.

En los **países más desarrollados** la agricultura está muy tecnificada y cuenta con buenas infraestructuras (presas, sistemas de regadío, productos plaguicidas, etc.) que la hacen menos dependiente de las condiciones climatológicas. Existe además un excedente en la producción agrícola, muy superior a la necesaria para cubrir la alimentación, que se dedica a alimentar una potente ganadería.

La producción ganadera

La producción ganadera se sitúa en el segundo escalón de la cadena trófica, ya que el ganado está formado por herbívoros, y varía en función del tipo de ganado.

El ganado se puede alimentar de varias maneras:

- **Pastos:** terrenos naturales por dónde se desplaza para obtener su alimento. Los pastos pueden cuidarse también como su fueran cultivos para mejorar su productividad.
- **Productos agrícolas:** tanto alimentos cultivados específicamente para alimentar el ganado como piensos obtenidos con los residuos agrícolas de otros alimentos.

Fig. 4.1 La agricultura de los países en desarrollo (a) no tiene nada que ver con la de los países más desarrollados (b).

20

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.1. Expresar de forma oral y escrita pensamientos, emociones, vivencias y opiniones.	Expresa oralmente y por escrito sus opiniones sobre el hambre en el mundo.	Texto Activ. C
	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado para describir la producción de alimentos.	
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Establece diferencias entre la obtención de alimentos en los países más desarrollados y en los menos desarrollados.	Texto Activ. A
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza el destino de los residuos procedentes de los alimentos vegetales.	Activ. B
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Se cuestiona el modelo actual de reparto mundial de alimentos.	Texto
VII. APRENDER A APRENDER	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de decisiones racional y críticamente.	Propone soluciones sencillas al problema del hambre en el mundo.	Texto Activ. A



- **Piensos animales:** producidos a partir de residuos ganaderos y pesqueros que complementan la dieta del ganado.

En los **países menos desarrollados** la ganadería está poco desarrollada y se basa en el pastoreo, ya que hay pocos excedentes agrícolas. En los **países más desarrollados** la ganadería es potente y consume una parte importante de la producción vegetal: la dieta es rica en carnes y productos como: leche, huevos, etc.

La producción pesquera

Las **cadenas tróficas en los mares son más largas** que en los ecosistemas continentales, ya que una parte importante de la producción vegetal corre a cargo del fitoplancton, conjunto de algas microscópicas, de las que se alimenta el zooplancton, de él animales pequeños y así sucesivamente hasta llegar a los grandes carnívoros como los atunes. Una excepción los constituyen **las praderas de algas y de fanerógamas**, que aparecen en las áreas cercanas a la costa, menos profundas, donde viven peces, crustáceos y moluscos que se alimentan directamente de algas.

El agotamiento progresivo de las pesquerías ha incrementado en las últimas décadas la instalaciones de **acuicultura**, donde en recintos cerrados y controlados se crían peces, crustáceos y moluscos para nuestra alimentación.

EL HAMBRE EN EL MUNDO

En estos momentos la producción mundial de alimentos sería suficiente para abastecer a todas las personas que habitamos el planeta (unos 7000 millones de personas). Sin embargo, la situación real dista mucho de ese cálculo teórico: **850 millones de personas sufre desnutrición.** Esta situación es todavía más paradójica si tenemos en cuenta que **1300 millones de personas en el mundo sufren sobrepeso.** Las razones de este desequilibrio se deben a causas distintas:

- En los **países menos desarrollados** es frecuente la desnutrición producida por una falta de alimentos o por una dieta monótona basada en un único cultivo que produce falta de vitaminas y de nutrientes esenciales. La dieta es además pobre en alimentos de origen animal.

- En los **países más desarrollados** los alimentos vegetales son suficientes y variados. Sin embargo, la dieta es muy rica en alimentos de origen animal y conduce a la aparición de sobrepeso: al aumentar la ingesta de proteínas y, sobre todo, de grasas animales, se tiende a engordar.

En medicina se habla de malnutrición si la alimentación no es la adecuada, bien por escasa (desnutrición) o por excesiva (sobrenutrición). Casi una de tres personas está mal alimentada.

Fig. 4.2 Moderna instalación de acuicultura: los peces se crían en jaulas flotantes.

Fig. 4.3 La cara y la cruz del reparto de alimentos en el mundo.

Actividades

A. Resume en una tabla algunas diferencias importantes entre la obtención de alimentos en los países más desarrollados y los menos desarrollados.

B. Pon algunos ejemplos de productos vegetales de consumo directo. La obtención de esos alimentos, ¿produce residuos vegetales? ¿Conoces el destino de algunos de esos residuos?

C. ¿Puedes encontrar alguna solución sencilla al problema del hambre? Discútela en clase.

21

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Resume en una tabla algunas diferencias importantes entre la obtención de alimentos en los países más desarrollados y los menos desarrollados.

	Países menos desarrollados	Países más desarrollados
Agricultura	De subsistencia: solo para alimentación humana, poco tecnificada, muy dependiente de las condiciones meteorológicas, poco variada.	Muy tecnificada y con buenas infraestructuras que garantizan una cosecha mínima, excedentaria: se produce mucho más alimento del necesario para subsistir.
Ganadería	Escasa, basada en el pastoreo por los escasos excedentes agrícolas.	Potente, basada en los excedentes de producción vegetal, intensiva.
Dieta	Monótona: un alimento es la base de la dieta todo el año, con pocos alimentos de origen animal, escasa en calorías: desnutrición frecuente.	Muy variada, con exceso de alimentos de origen animal y con exceso de calorías: es frecuente el sobrepeso.

B. Pon algunos ejemplos de productos vegetales de consumo directo. La obtención de esos alimentos, ¿produce residuos vegetales? ¿Conoces el destino de algunos de esos residuos?

Cualquier cereal, fruta, legumbre, hortaliza, etc., destinada a consumo humano. En todos ellos se producen residuos vegetales: paja en el caso de cereales, plantas herbáceas en el caso de legumbres y hortalizas, restos de podas en el caso de árboles frutales. Si los restos son herbáceos, se destinan fundamentalmente a alimentar ganado. En el caso de restos leñosos, no aptos para consumo animal, se destinan a la obtención de energía (biomasa), de abono (compost), o simplemente se desechan.

C. ¿Puedes encontrar alguna solución sencilla al problema del hambre? Discútela en clase.

La solución es obvia: si hay 800 millones de desnutridos y 1000 millones de sobrenutridos no es un problema de falta de alimento, sino de mal reparto del mismo. Habría que encontrar un sistema para repartirlo mejor.

NOTA

Esta cuestión se complementa con las incluidas en el documento "El hambre en el mundo". Lo más interesante de esta cuestión no es la respuesta en sí, muy fácil de deducir, sino la dificultad de aplicarla. La discusión posterior en el aula tanto de esta cuestión como de las incluidas al final de documento serían mucho más provechosas si el alumnado reflexionara sobre por qué no se aplica una solución, aparentemente muy sencilla, y se erradica definitivamente el hambre en el mundo.

RESUMEN

El punto 5 relaciona las relaciones tróficas en particular, y la **competencia** en general, con la **regulación de las población** en un ecosistema. Se estudian las dos estrategias posibles por las que han apostado las especies: el **oportunismo** (**estrategas de la r**) y la **estabilidad** (**estrategas de la K**). Por último se relaciona el número de especies diferentes, la **biodiversidad**, con la estabilidad de los ecosistemas.



5 La regulación en el ecosistema

Fíjate

Todas las poblaciones tienden a aumentar indefinidamente en el ecosistema. Sin embargo, el aumento de una población no es infinito: en cada ecosistema las especies crecen hasta alcanzar un valor máximo que se denomina K (fig. 1.1a). Conforme se acerca a ese límite se frena el crecimiento y la población termina por mantenerse dentro de unos márgenes concretos: el ecosistema se ha regulado.

Este freno al crecimiento continuo de una especie se produce por la competencia. Recuerda que la **competencia aparece cuando los seres vivos pugnan por obtener un recurso que les es necesario.** Como los recursos son siempre limitados, los individuos que los obtienen más fácilmente tienen más posibilidades de sobrevivir que los peor adaptados. Esta lucha regula la población.

LAS ESTRATEGIAS DE SUPERVIVENCIA

Para garantizar su supervivencia existen dos estrategias básicas, cada una de ellas con ventajas y desventajas.

El oportunismo

Los organismos oportunistas se garantizan su presencia en el ecosistema **aprovechando rápidamente las condiciones favorables del medio.** Tienen una tasa de reproducción muy alta y un desarrollo muy rápido de la descendencia. En condiciones favorables, disparan su población, para a continuación sufrir una mortalidad muy alta al desaparecer esas condiciones (fig. 5.1 b).

En ecología, la tasa de reproducción se representa con la letra r: son los **estrategas de la r.** Son especies capaces de desarrollarse en ecosistemas inestables o cuando éstos están en sus primeras etapas de desarrollo. Por ello son especies **colonizadoras,** capaces de ocupar rápidamente nuevos ecosistemas.

La estabilidad

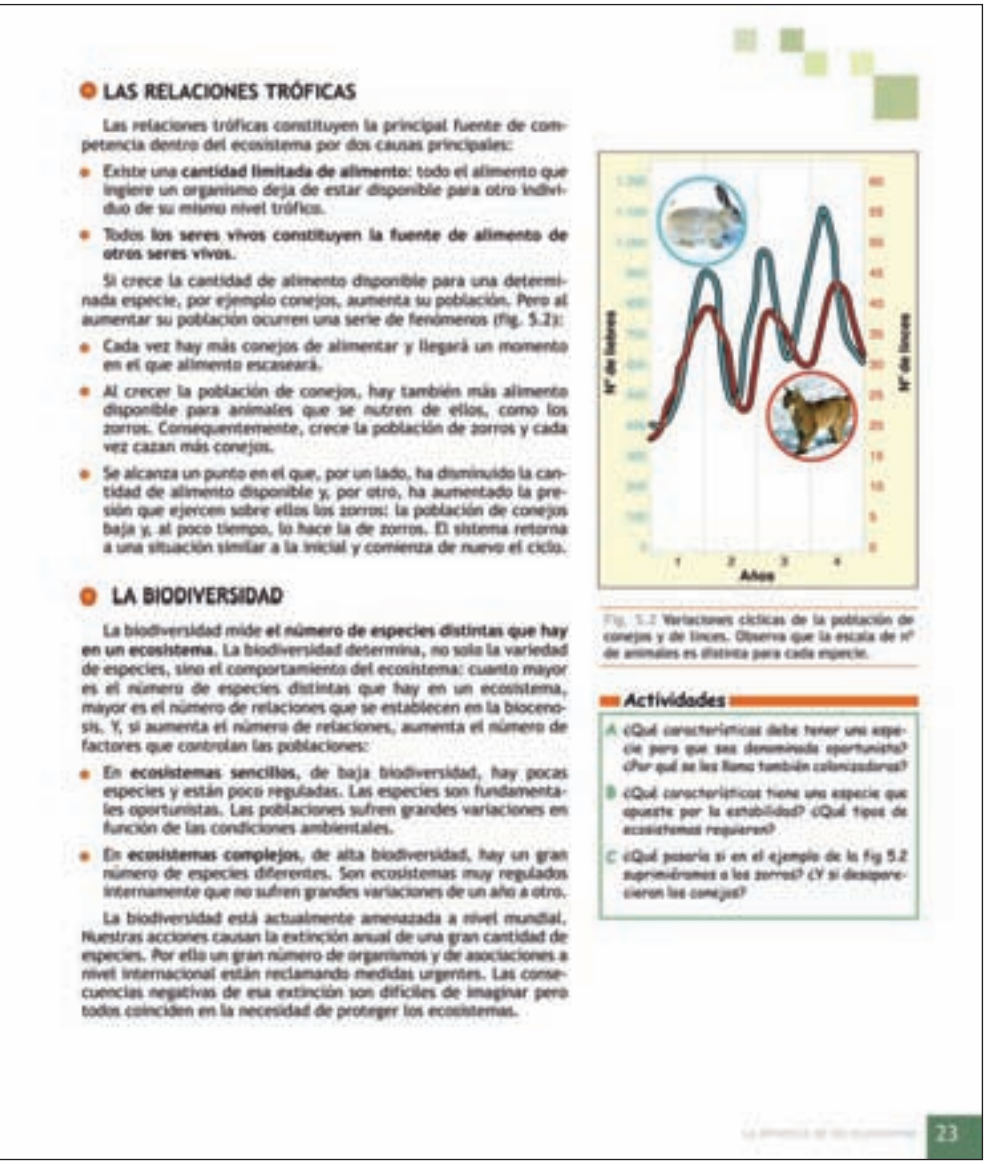
En el extremo opuesto nos encontramos con especies que apuestan por **mantener una población estable.** Son especies con pocos descendientes a los que cuidan hasta que son independientes. Mantienen su población en un valor óptimo y sufren pocas variaciones anuales.

En ecología, ese valor óptimo se representa con la letra K, de ahí que se les denomine también **estrategas de la K.** Los estrategas de la K necesitan **ecosistemas estables** con una presencia constante de otros organismos de los que alimentarse (fig. 5.1 c).

22

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.2. Estructurar el conocimiento dando coherencia y cohesión al discurso.	Describe las características de las especies oportunistas y de las estrategas de la k.	Act. A, Act, B
	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado para describir como se regulan los ecosistemas.	Texto
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Relaciona las variaciones de población de presas y depredadores.	Fig. 5.2, Act. C
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza gráficas de variación de la población según diversas características.	Fíjate fig. 5.1



LAS RELACIONES TRÓFICAS

Las relaciones tróficas constituyen la principal fuente de competencia dentro del ecosistema por dos causas principales:

- Existe una **cantidad limitada de alimento**: todo el alimento que ingiere un organismo deja de estar disponible para otro individuo de su mismo nivel trófico.
- **Todos los seres vivos constituyen la fuente de alimento de otros seres vivos.**

Si crece la cantidad de alimento disponible para una determinada especie, por ejemplo conejos, aumenta su población. Pero al aumentar su población ocurren una serie de fenómenos (fig. 5.2):

- Cada vez hay más conejos de alimentar y llegará un momento en el que alimento escaseará.
- Al crecer la población de conejos, hay también más alimento disponible para animales que se nutren de ellos, como los zorros. Consequentemente, crece la población de zorros y cada vez cazan más conejos.
- Se alcanza un punto en el que, por un lado, ha disminuido la cantidad de alimento disponible y, por otro, ha aumentado la presión que ejercen sobre ellos los zorros: la población de conejos baja y, al poco tiempo, lo hace la de zorros. El sistema retorna a una situación similar a la inicial y comienza de nuevo el ciclo.

LA BIODIVERSIDAD

La biodiversidad mide **el número de especies distintas que hay en un ecosistema**. La biodiversidad determina, no solo la variedad de especies, sino el comportamiento del ecosistema: cuanto mayor es el número de especies distintas que hay en un ecosistema, mayor es el número de relaciones que se establecen en la biocenosis. Y, si aumenta el número de relaciones, aumenta el número de factores que controlan las poblaciones:

- En **ecosistemas sencillos**, de baja biodiversidad, hay pocas especies y están poco reguladas. Las especies son fundamentalmente oportunistas. Las poblaciones sufren grandes variaciones en función de las condiciones ambientales.
- En **ecosistemas complejos**, de alta biodiversidad, hay un gran número de especies diferentes. Son ecosistemas muy regulados internamente que no sufren grandes variaciones de un año a otro.

La biodiversidad está actualmente amenazada a nivel mundial. Nuestras acciones causan la extinción anual de una gran cantidad de especies. Por ello un gran número de organismos y de asociaciones a nivel internacional están reclamando medidas urgentes. Las consecuencias negativas de esa extinción son difíciles de imaginar pero todos coinciden en la necesidad de proteger los ecosistemas.

Fig. 5.2 Variaciones cíclicas de la población de conejos y de linces. Observa que la escala de nº de animales es distinta para cada especie.

Actividades

A ¿Qué características debe tener una especie para que sea denominada oportunista? ¿Por qué se les llama también colonizadoras?

B ¿Qué características tiene una especie que apueste por la estabilidad? ¿Qué tipos de ecosistemas requieren?

C ¿Qué pasaría si en el ejemplo de la fig 5.2 suprimiéramos a los zorros? ¿Y si desaparecieran los conejos?

SOLUCIONARIO

Fíjate

a. Comenta brevemente la gráfica a. Una población, ¿crece ilimitadamente?

La gráfica a muestra que al principio, cuando el número de individuos es muy bajo, la población crece rápidamente. Conforme la población se acerca al valor de K, el número máximo de individuos que puede alojar el ecosistema, el crecimiento se ralentiza. Al final, el número de individuos se mantiene alrededor del valor de K.

b. Observa las gráficas b y c. ¿Qué similitudes observas entre ellas?

Ambas gráficas muestran que la población no permanece estable en el valor de K, sino que oscila por encima y por debajo de ese valor: todas las poblaciones sufren fluctuaciones periódicas.

c. ¿Qué diferencia la gráfica b de la gráfica c?

La diferencia entre las gráficas b y c está en el valor de la fluctuación. En ambos casos, la población se mantiene alrededor del valor teórico de K, pero en el caso de la gráfica b la fluctuación es mucho mayor que en el caso de c, que mantiene unos valores más estables.

Actividades

A. ¿Qué características debe tener una especie para que sea denominada oportunista? ¿Por qué se les llama también colonizadoras?

Debe ser fundamentalmente una especie capaz de aprovechar al máximo una situación favorable: debe tener una gran cantidad de descendientes, que a su vez se desarrollen rápidamente. Son estrategas de la r. Se denominan colonizadoras porque son capaces de ocupar ecosistemas vírgenes o muy poco desarrollados, al aprovechar al máximo unas pocas condiciones favorables.

B. ¿Qué características tiene una especie que apueste por la estabilidad? ¿Qué tipos de ecosistemas requieren?

Tienen poca descendencia, a la cuidan hasta su madurez para reducir su mortalidad. Son especies que aparecen solo en ecosistemas estables y bien desarrollados.

C. ¿Qué pasaría si en el ejemplo de la fig 5.2 suprimiéramos a los linces? ¿Y si desaparecieran los conejos?

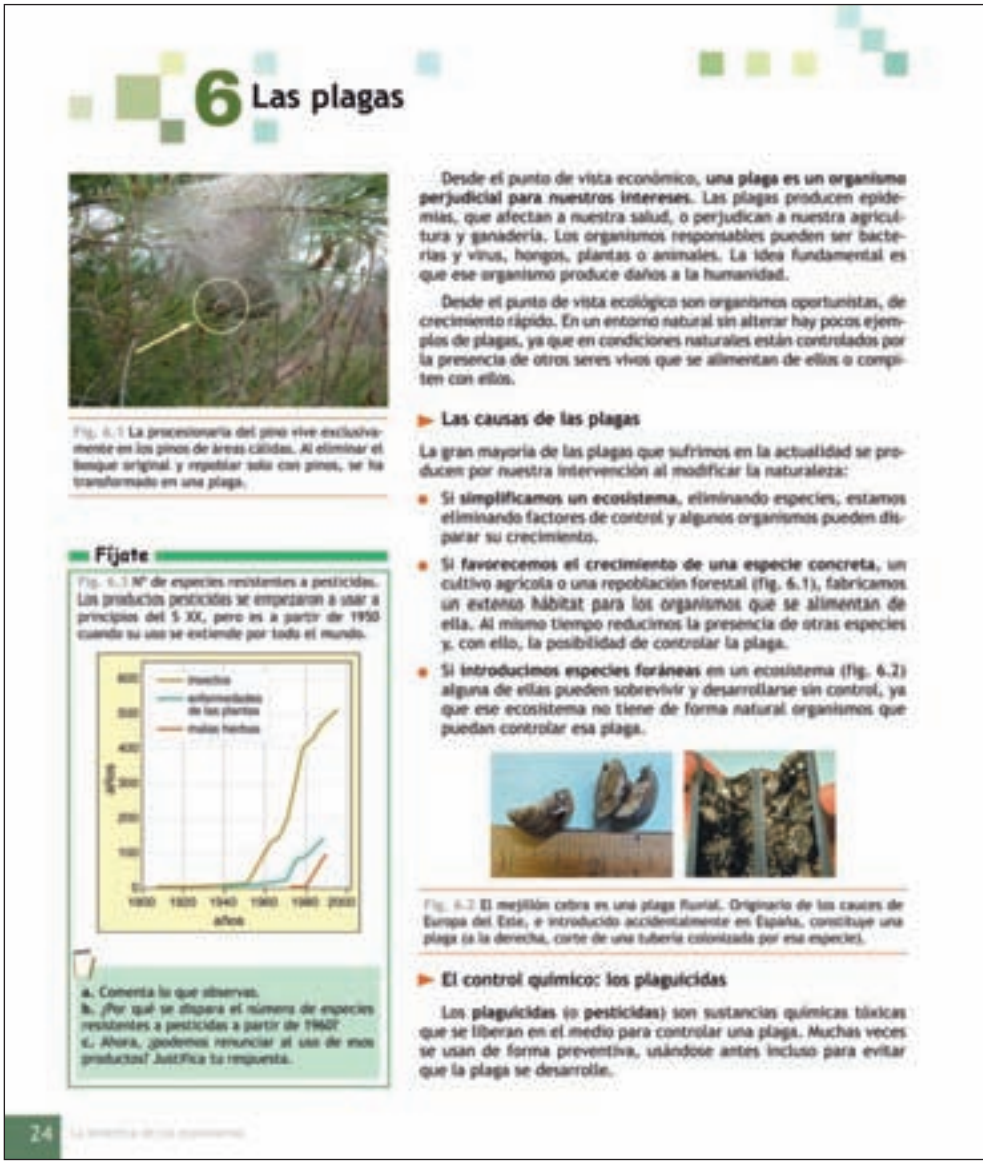
Si suprimimos los linces, suprimimos un factor de control de la población de liebres. Las liebres dejan de crecer por dos razones: la depredación de los linces y la falta progresiva de alimento. Si eliminamos el control de los linces crecerían hasta agotar totalmente el alimento y sufrir a continuación una mortalidad masiva. En este ejemplo, al desaparecer las liebres, desaparecerían los linces que se alimentan de ellos.

NOTA

En una reflexión más profunda de la respuesta de la pregunta C se podría deducir que la desaparición de los linces no sería total, ya que esa especie no solo se alimenta de conejos.

RESUMEN

Este tema termina con el estudio de **las plagas**, un problema relacionado con las alteraciones de la biodiversidad. Tras plantear las **causas más comunes** de la aparición de un plaga, se describe el sistema tradicional de control de plagas, el uso de **plaguicidas** y sus desventajas. Por último se detallan sistemas alternativos de control, englobados bajo el término de **control biológico de plagas**, de los que se ven también sus ventajas y sus desventajas.



6 Las plagas

Desde el punto de vista económico, **una plaga es un organismo perjudicial para nuestros intereses**. Las plagas producen epidemias, que afectan a nuestra salud, o perjudican a nuestra agricultura y ganadería. Los organismos responsables pueden ser bacterias y virus, hongos, plantas o animales. La idea fundamental es que ese organismo produce daños a la humanidad.

Desde el punto de vista ecológico son organismos oportunistas, de crecimiento rápido. En un entorno natural sin alterar hay pocos ejemplos de plagas, ya que en condiciones naturales están controlados por la presencia de otros seres vivos que se alimentan de ellos o compiten con ellos.

Fig. 6.1 La procesionaria del pino vive exclusivamente en los pinos de áreas cálidas. Al eliminar el bosque original y repoblar solo con pinos, se ha transformado en una plaga.

Las causas de las plagas

La gran mayoría de las plagas que sufrimos en la actualidad se producen por nuestra intervención al modificar la naturaleza:

- Si **simplificamos un ecosistema**, eliminando especies, estamos eliminando factores de control y algunos organismos pueden disparar su crecimiento.
- Si **favorecemos el crecimiento de una especie concreta**, un cultivo agrícola o una repoblación forestal (fig. 6.1), fabricamos un extenso hábitat para los organismos que se alimentan de ella. Al mismo tiempo reducimos la presencia de otras especies y, con ello, la posibilidad de controlar la plaga.
- Si **introducimos especies foráneas** en un ecosistema (fig. 6.2) alguna de ellas pueden sobrevivir y desarrollarse sin control, ya que ese ecosistema no tiene de forma natural organismos que puedan controlar esa plaga.

Fig. 6.2 El mejillón cebra es una plaga fluvial. Originario de los cauces de Europa del Este, e introducido accidentalmente en España, constituye una plaga (a la derecha, corte de una tubería colonizada por esa especie).

El control químico: los plaguicidas

Los **plaguicidas** (o **pesticidas**) son sustancias químicas tóxicas que se liberan en el medio para controlar una plaga. Muchas veces se usan de forma preventiva, usándose antes incluso para evitar que la plaga se desarrolle.

Fíjate

Fig. 6.3 Nº de especies resistentes a pesticidas. Los productos pesticidas se empezaron a usar a principios del S. XX, pero es a partir de 1950 cuando su uso se extiende por todo el mundo.

a. Comenta lo que observas.
b. ¿Por qué se dispara el número de especies resistentes a pesticidas a partir de 1960?
c. Ahora, ¿podemos renunciar al uso de esos productos? Justifica tu respuesta.

24 La dinámica de los ecosistemas

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Describe las principales causas de las plagas.	Act. A
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible.	Analiza la gráfica que representa el número de especies resistentes a pesticidas.	Fíjate Fig. 6.3
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.8. Ser consciente de la influencia que tiene la presencia de las personas en el espacio, su asentamiento, su actividad, las modificaciones que introducen y los paisajes resultantes.	Reconoce las desventajas del uso indiscriminado de plaguicidas.	Texto, Act. B
	III.9. Cuidar del medio ambiente y usar responsablemente los recursos naturales con criterios de sostenibilidad.	Reconoce las ventajas y desventajas del control biológico de plagas.	Act. C, Act. D



No suelen ser específicos, sino que **dañan a un gran número de especies distintas**: un insecticida daña al insecto que produce la plaga y al que lo controla de forma natural. Son también productos resistentes, que se acumulan en el ecosistema y terminan por afectar a todos los niveles tróficos. Por último, con el paso del tiempo, la plaga genera una **resistencia** a ese producto, siendo necesario aumentar las dosis o buscar nuevos plaguicidas más potentes (fig. 6.3).

El uso continuado de productos químicos para controlar las plagas agrícolas y ganaderas genera una gran cantidad de problemas ambientales. Además, en muchos casos se desconocen los efectos reales sobre la naturaleza y sobre el ser humano si se usan durante mucho tiempo. Pero el control de las plagas es necesario para no perder nuestra capacidad de producir alimento y otros recursos naturales (maderas, por ejemplo).

EL CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS

Como solución al uso de plaguicidas se han desarrollado técnicas de **control biológico de plagas**. Son técnicas muy diferentes, más respetuosas con la naturaleza, que buscan la reducción o eliminación de esos productos químicos. Normalmente se usan varias de ellas a la vez y, las más comunes son:

- **Rotación y diversificación de cultivos**, es decir no plantando todos los años las mismas especies, o plantando especies distintas en vez un único monocultivo con el fin de romper los ciclos vitales de las plagas. Las áreas de cultivo pueden estar rodeados de áreas salvajes, donde pueden habitar organismos que se alimentan de las plagas.
- **Control por depredadores**, liberando en el medio grandes cantidades de un depredador que se alimente de la plaga. Se suelen escoger insectos, puesto que son fáciles de criar. El control por depredadores no está exento de riesgos, puesto que pueden alimentarse de otras especies, algunas de ellas beneficiosas para el cultivo (fig. 6.4).
- **Control por parásitos**, liberando parásitos de la plaga en el medio. Tiene la ventaja de que los parásitos son específicos de un organismo concreto y no afectan a otros organismos (fig. 6.5).

Las dificultades de aplicación

El control biológico de plagas tiene también una serie de desventajas que dificulta su aplicación en muchas zonas del mundo. La mayoría de estas técnicas requieren instalaciones específicas (laboratorios, centros de control, etc.) que no todos los países del mundo se lo pueden permitir.

La renuncia a un monocultivo todos los años no siempre es posible, ya que en muchas zonas ese cultivo va acompañado de una industria y un comercio que no puede cambiar de año en año para romper los ciclos de las plagas.

Estos dos factores hacen que en la gran mayoría de las producciones agrícolas y ganaderas se sigan usando plaguicidas químicos.

Fig. 6.4 Sylocerdema, un escarabajo que se alimenta de la procesionaria del pino. Su liberación podría ejercer un control sobre esa plaga.

Fig. 6.5 Un bracónido, una avispilla que pone sus huevos en larvas de otros insectos. Sus huevos se desarrollan en el interior de la larva parasitada y terminan por devorarla internamente.

Actividades

A Compara los tres mecanismos de formación de plagas que hemos estudiado. ¿Qué tienen en común?

B Explica dos ventajas y dos desventajas del uso de un pesticida.

C Explica las ventajas y desventajas de controlar una plaga por medio de depredadores.

D Haz ahora lo mismo, pero con el control por parásitos.

Fíjate

a. Comenta lo que observas.

Se observa que en la segunda mitad del S XX se dispara el número de especies resistentes a los productos plaguicidas. Los primeros en crecer son los insectos, a continuación los organismos responsables de las enfermedades de las plantas y, por último, las malas hierbas.

b. ¿Por qué se dispara el número de especies resistentes a pesticidas a partir de 1960?

Las especies resistentes se disparan varios años después de que se popularice en todo el mundo el uso de los insecticidas, luego ese aumento esta motivado por la popularización del uso de esos productos.

c. Ahora, ¿podemos renunciar al uso de esos productos? Justifica tu respuesta.

No, al tener cada vez una mayor cantidad de especies resistentes es necesario usar continuamente nuevos productos para frenarlas.

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Compara los tres mecanismos de formación de plagas que hemos estudiado. ¿Qué tienen en común?

En los tres casos lo que estamos haciendo es disminuir el control natural sobre la especie, directamente al eliminar algunos competidores (simplificación del ecosistema) que deberían controlarla, al potenciar el hábitat de esa especie (cultivos con una única especie) o al introducirla en un ecosistema que no es el suyo.

B. Explica dos ventajas y dos desventajas del uso de un pesticida.

Las ventajas de usar un pesticida, una sustancia química, es su toxicidad contra la plaga, la posibilidad de emplearlo de forma preventiva y su facilidad de uso. Sus desventajas son múltiples: es un veneno genérico que ataca a la plaga y a un grupo amplio de seres vivos, algunos perjudiciales y otros beneficiosos, son moléculas muy resistentes y terminan por afectar a todo el ecosistema. A medio plazo se genera resistencia al pesticida y puede terminar por afectar a los seres humanos.

C. Explica las ventajas y desventajas de controlar una plaga por medio de depredadores.

Las ventajas son que:

- Se liberan depredadores que, si no encuentran alimento, se mueren.
- Es un método de control natural.

Las desventajas son que:

- No solo se alimentan de la plaga, sino que pueden afectar a otras especies.
- Necesitan instalaciones especiales donde criarlos en grandes cantidades.

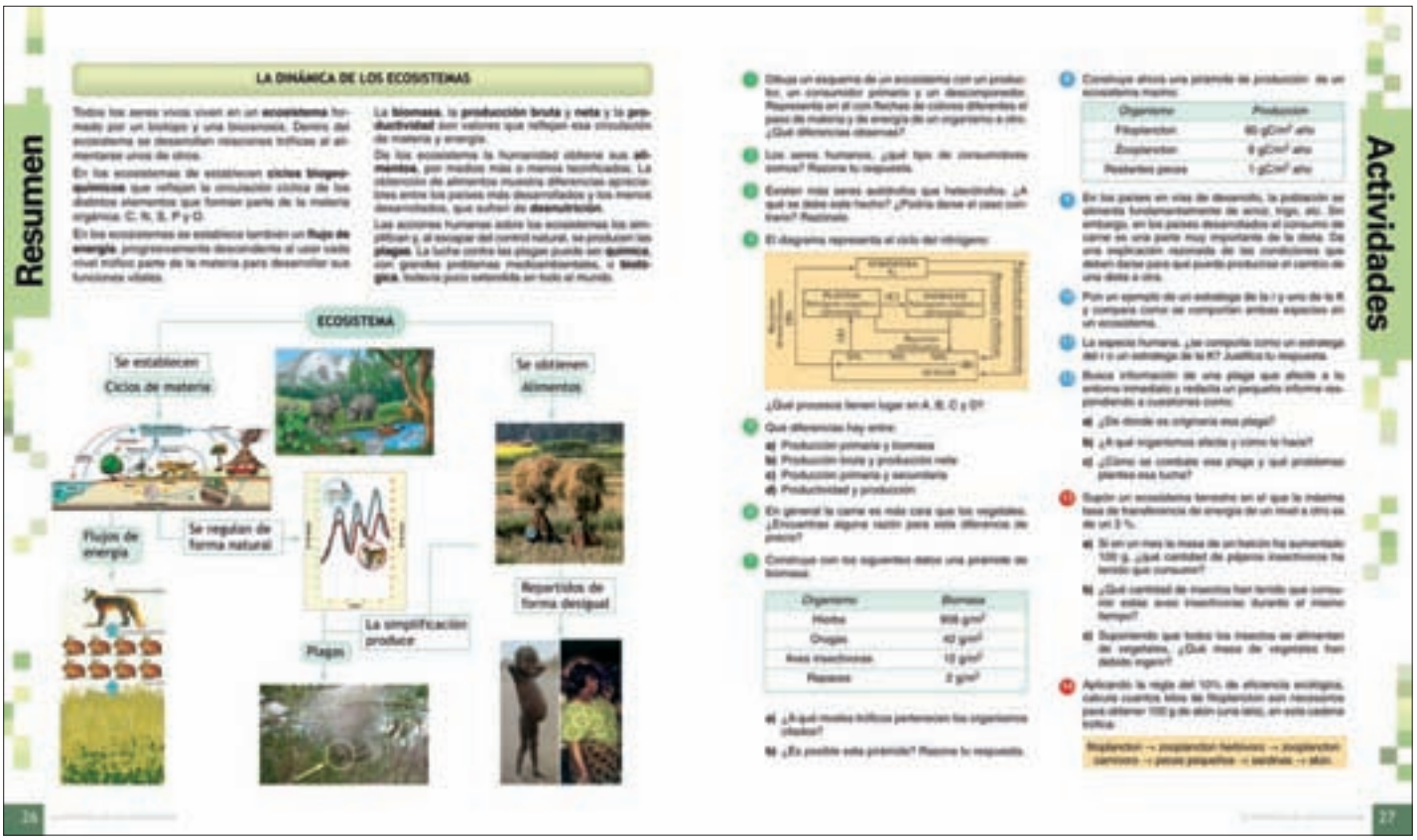
D. Haz ahora lo mismo, pero con el control por parásitos.

Las ventajas son que:

- Es un método de control natural.
- Es mucho más específico que el control por depredadores: no afecta a otras especies.

Las desventajas son que:

- Necesitan instalaciones especiales donde criarlos en grandes cantidades.
- Actúan con mucho retardo en el tiempo, normalmente controlan una generación posterior.



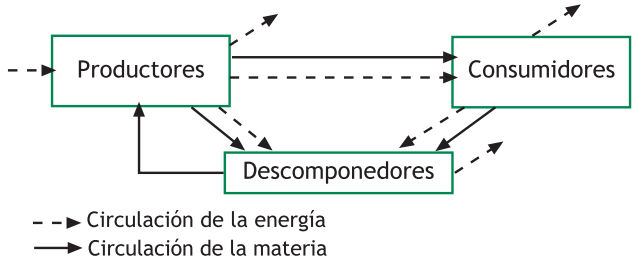
DESCRIPTORES DE LAS ACTIVIDADES DIVERSIFICADAS

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	DÓNDE LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.1. Expresar de forma oral y escrita pensamientos, emociones, vivencias y opiniones.	2, 3, 6, 9, 10, 11
	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	5, 7
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible.	13, 14
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	1, 4, 5, 10
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	6, 9
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	2, 3, 11
IV. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y COMPETENCIA DIGITAL	IV.1. Buscar, analizar, seleccionar, registrar, tratar, transmitir, utilizar y comunicar la información por medio de técnicas y estrategias específicas para informarse, aprender y comunicarse.	12
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	1, 4, 7, 8

SOLUCIONARIO

Actividades de refuerzo

1. Dibuja un esquema de un ecosistema con un productor, un consumidor primario y un descomponedor. Representa en él con flechas de colores diferentes el paso de materia y de energía de un organismo a otro. ¿Qué diferencias observas?



La diferencia fundamental es que la circulación de la materia es cerrada, formando un ciclo, mientras que la de la energía es abierta y forma un flujo continuo.

2. Los seres humanos, ¿qué tipo de consumidores somos? Razona tu respuesta.

Al ser omnívoros, los seres humanos podemos ser varios tipos de consumidores: primarios si nos alimentamos de vegetales, secundarios si nos alimentamos de carne, y de orden superior si nos alimentamos de pescado.

3. Existen más seres autótrofos que heterótrofos. ¿A qué se debe este hecho? ¿Podría darse el caso contrario? Razónalo.

Los seres autótrofos son los productores, los únicos capaces de fabricar materia orgánica a partir de materia inorgánica. A partir de esa materia se alimentan todos los demás seres heterótrofos, tanto los consumidores como los descomponedores. Luego por norma los autótrofos suelen ser mucho más abundantes que los heterótrofos.

NOTA:

En realidad los autótrofos tan sólo tienen que producir más materia orgánica, no ser más abundantes y en algunos ecosistemas acuáticos la biomasa de productores es menor que la de consumidores. Este aspecto se describe muy someramente en el tema y, salvo que se haya explicado en clase de una forma más exhaustiva, la respuesta anterior debe ser considerada como la correcta.

4. El diagrama representa el ciclo del nitrógeno:

¿Qué procesos tienen lugar en A, B, C y D?

- En A las plantas están captando el nitrato del suelo y transformándolo en el nitrógeno orgánico presente en las proteínas.
- En B el nitrógeno de la atmósfera se incorpora al suelo por la acción de los rayos o de la quimiosíntesis para que las bacterias nitrificantes los transformen en nitratos.
- En C los animales están captando el nitrógeno orgánico de las plantas.
- En D los suelos están perdiendo nitrógeno a la atmósfera por la acción de las bacterias desnitrificantes.

5. Qué diferencias hay entre

a) Producción primaria y biomasa

La biomasa es la cantidad de materia que acumula un determinado nivel trófico, mientras que la producción primaria es la cantidad de materia que producen los organismos autótrofos en un periodo determinado de tiempo.

b) Producción bruta y producción neta

Producción bruta es la cantidad total de materia orgánica producida o ingerida por un nivel concreto, mientras que la producción neta es la cantidad de total de materia que acumula ese nivel y se calcula restándole a la producción bruta la materia consumida por la respiración.

c) Producción primaria y secundaria

La producción primaria (PP) se refiere sólo a la de los organismos autótrofos y es la cantidad de materia orgánica que producen por procesos de fotosíntesis o quimiosíntesis. La producción secundaria (PS) se refiere a los organismos heterótrofos, tanto consumidores como descomponedores y es la cantidad total de materia que ingieren en un año. Ambas pueden ser brutas o netas.

d) Productividad y producción

La producción es la cantidad de materia orgánica producida o ingerida por un nivel concreto en un tiempo, normalmente un año, mientras que la productividad es el cociente representado en porcentaje entre la producción, bruta o neta, de cualquier nivel y la biomasa de ese nivel.

6. En general la carne es más cara que los vegetales. ¿Encuentras alguna razón para esta diferencia de precio?

Para obtener carne es necesario alimentar al ganado con productos vegetales y una parte importante de esa materia se respira y se pierde en el engorde del ganado.

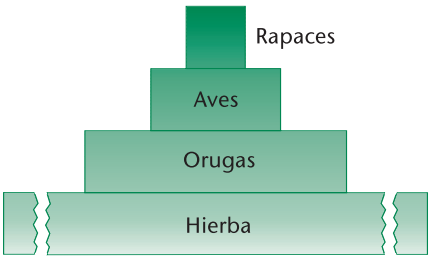
7. Construye con los siguientes datos una pirámide de biomasa:

Organismo	Biomasa
Hierba	908 g/m^2
Orugas	42 g/m^2
Aves insectívoras	12 g/m^2
Rapaces	2 g/m^2

El sistema más sencillo es acordar la altura del rectángulo (1 cm, 0,5 cm, ...) y que sea la base una proporción directa del dato a representar. En este dibujo, 1 g/m^2 equivale a 1mm de longitud, o sea,

Organismo	Biomasa	Longitud
Hierba	908 g/m^2	908 mm*
Orugas	42 g/m^2	42 mm
Aves insectívoras	12 g/m^2	12 mm
Rapaces	2 g/m^2	2 mm

* Será difícil representar a escala



a) ¿A qué niveles tróficos pertenecen los organismos citados?

a) Hierba = productores, orugas = consumidores primarios, aves insectívoras = consumidores secundarios, rapaces = consumidores terciarios.

b) ¿Es posible esta pirámide? Razona tu respuesta.

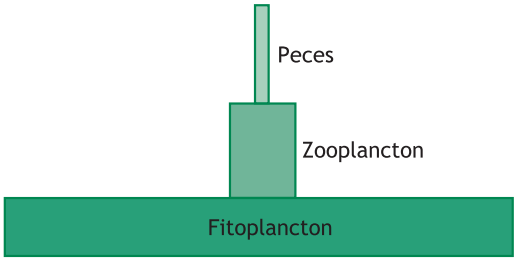
Si, es perfectamente posible, puesto que la relación entre los niveles de base y los superiores es suficientemente grande.

Asegura tus conocimientos

8. Construye ahora una pirámide de producción de un ecosistema marino:

Organismo	Producción
Fitoplancton	80 gC/m^2 año
Zooplancton	8 gC/m^2 año
Restantes peces	1 gC/m^2 año

Se usa el mismo sistema que en la cuestión anterior.



9. En los países en vías de desarrollo, la población se alimenta fundamentalmente de arroz, trigo, etc. Sin embargo, en los países desarrollados el consumo de carne es una parte muy importante de la dieta. Da una explicación razonada desde el punto de vista ecológico de las condiciones que deben darse para este cambio alimenticio.

Para que se produzca el cambio de dieta es necesario contar con una ganadería potente, que solo puede ser alimentada si se cuenta con excedentes agrícolas. Por lo tanto el primer paso es una mejora en las técnicas y rendimientos agrícolas, para transformarla de agricultura de subsistencia en una agricultura tecnificada que nos aporte mucha más producción vegetal de la que necesitamos para alimentarnos (excedentes) que se usan para alimentar al ganado.

10. Pon un ejemplo de un estratega de la r y uno de la K y compara como se comportan ambas especies en un ecosistema.

Los ejemplos pueden ser muy variados, pero el comportamiento de todos ellos será similar:

- Los estrategas de la r aprovechan rápidamente las condiciones favorables del medio, tienen una tasa de reproducción muy alta y un desarrollo muy rápido de la descendencia. Son especies capaces de desarrollarse con pocos factores ambientales, por ello son especies colonizadoras, capaces de ocupar rápidamente nuevos ecosistemas.
- Los estrategas de la K apuestan por: mantener una población estable, con pocos descendientes a los que cuidan hasta que sean independientes. Mantienen su población en un valor óptimo y sufren pocas variaciones anuales, necesitan ecosistemas estables.

11. La especia humana, ¿se comporta como un estratega del r o un estratega de la K? Justifica tu respuesta.

Si atendemos a la definición de ambas estrategias, la especie humana debe considerarse como una estratega de la K: pocos descendientes, desarrollo lento, cuidado de la prole, etc.

12. Busca información de una plaga que afecte a tu entorno inmediato y redacta un pequeño informe respondiendo a cuestiones como:

a) ¿De dónde es originaria esa plaga?

b) ¿A qué organismos afecta y cómo lo hace?

c) ¿Cómo se combate esa plaga y qué problemas plantea esa lucha?

La respuesta a esta pregunta variará en función del entorno donde se encuentre el alumnado. La intención es que profundicen un poco en la problemática que plantea una plaga. Algunos detalles importante son: que daños causa, como se combate y que problemas genera la lucha contra esa plaga, pero además:

- Si la plaga es de un organismo autóctono, ¿lo era ya antaño? ¿Por qué se ha transformado ahora en plaga y antes no lo era?
- Si la plaga es un organismo de otro ecosistema, ¿cómo ha llegado esa región?

13. Supón un ecosistema terrestre en el que la máxima tasa de transferencia de energía de un nivel a otro es de un 3 %.

a) Si en un mes la masa de un halcón ha aumentado 100 g, ¿qué cantidad de pájaros insectívoros ha tenido que consumir?

100 g es el 3% del alimento ingerido, el halcón han ingerido 3 333 g de pájaros insectívoros.

b) ¿Qué cantidad de insectos han tenido que consumir estas aves insectívoras durante el mismo tiempo?

Para obtener 3 333 g los pájaros insectívoros ha ingerido 111 111 g de insectos.

c) Suponiendo que todos los insectos se alimentan de vegetales, ¿Qué masa de vegetales han debido ingerir?

Para obtener 111 111 g de insectos estos han debido ingerir 3 703 704 g (más de tres mil kilos de vegetales).

14. Aplicando la regla del 10% de eficiencia ecológica, calcula cuantos kilos de fitoplancton son necesarios para obtener 100 g de atún (una lata), en esta cadena trófica: fitoplancton → zooplancton herbívoro → zooplancton carnívoro → peces pequeños → sardinas → atún.

Atún	100 g
Sardinas	1 000 g
Peces pequeños	10 000 g
Zooplancton carnívoro	100 000 g
Zooplancton herbívoro	1 000 000 g
Fitoplancton	10 000 000 g

O sea, para 100 g de atún necesitamos 10 000 kg (10 toneladas) de algas.



Taller y laboratorio

El hambre en el mundo

La **FAO (Food and Agriculture Organization)** es un organismo dependiente de las Naciones Unidas que anualmente emite el informe **SOFA (Estado mundial de la agricultura y la alimentación)** con datos de la evolución de la producción agrícola y ganadera del mundo y del reparto de los alimentos entre la población. Todos los datos mundiales que incluimos en este taller proceden del informe SOFA – 2007.

• **Tabla I**: Evolución de la superficie agrícola. Muestra cómo se ha modificado la superficie total cultivada, la dedicada a regadíos y la de pastos (*1000 ha):

	Superficie *1000 ha (1ha = 10000 m²)		
Año	Cultivables	Regadíos	Pastos
1980	1.345.989	209.657	3.244.404
1990	1.395.873	244.196	3.368.403
2000	1.397.656	275.000	3.442.078

• **Tabla II**: Evolución de la producción total de cereales y de carne a nivel mundial.

	Producción mundial (*1000 tm)	
Año	Cereales	Carne
1980	1.573.227	136.219
1990	1.903.961	179.648
2000	2.084.615	234.671
2004	2.270.360	260.096

• **Tabla III**: Evolución de la dieta media diaria de la población mundial.

Nota: los especialistas en nutrición recomiendan una dieta media diaria de 1800-2000 kcal/día para las mujeres y 2000-2500 kcal/día para los varones.

	Energía	g por persona y día	
Año	kcal/pers/día	Proteínas	Grasas
1980	2.550	67	59
1990	2.700	72	68
2003	2.800	75	78

• **Tabla IV**: Evolución del población afectada por desnutrición en el mundo.

	Población mundial (millones)	
Año	Total	Con desnutrición
1980	4.435	945
1990	5.263	855
2000	6.070	848
2004	6.377	856

Nota: la desnutrición mata cada minuto a 12 niños menores de 5 años, más de 6 000 000 al año.

• **Tabla V**: Evolución de dos indicadores de calidad de vida a nivel mundial.

Año	Esperanza de vida (años)	Menores muertos por cada 1000 nacidos vivos
1980	63	118
1990	65	95
2000	66	83
2003	67	80

Nota: la esperanza media de vida y la mortalidad infantil varían mucho de unos países a otros.

Cuestiones

A) Estudia los datos que te proporcionamos en las tablas I y II sobre agricultura y ganadería.

a.1 Representa gráficamente la evolución de todos los datos desde el año 1980. Usa dos gráficas, una para la variación de superficie agrícola y otra para la producción de alimentos.

a.2 Para cada dato, calcula el % de variación entre 1980 y el dato más actual (2000, o 2004, según cada caso).

a.3 Compara la variación obtenida en la cuestión anterior y redacta un pequeño informe en las que destaques aquellos resultados te llaman más la atención. Intenta relacionar alguna de tus conclusiones con lo estudiado en el tema.

B) Observa los datos de la tabla III.

b.1 Representa gráficamente la evolución de todos los datos desde el año 1980.

b.2 Calcula el % de variación entre 1980 y 2003.

b.3 Comenta los resultados.

b.4 De acuerdo con las recomendaciones de los nutricionistas, ¿cómo es la ingesta media del año 2003?

b.5 Comenta los resultados.

C) Observa los datos de la tabla IV.

c.1 Representa gráficamente la evolución de todos los datos desde el año 1980.

c.2 Calcula el % de población desnutrida en cada caso.

c.3 Compara tu respuesta con las cuestiones b.4 y c.2 y explica lo que puedes deducir.

D) Busca información sobre la esperanza de vida y la mortalidad infantil en España y en otros países. Procura que sean países muy diferentes: desarrollados, en vías de desarrollo o poco desarrollados. Compara los resultados con los valores medios que te muestra la tabla V y elabora un pequeño informe.

28

RESUMEN

El documento aporta datos sobre la evolución de los cultivos y la **producción mundial de alimentos**, sobre la **ingesta media** de alimentos y sobre la de**snutrición en el mundo**. De los datos se deduce que la situación ha mejorado, pero también se deduce que sigue habiendo un problema enquistado de hambre en el mundo, con más de 800 millones de personas con problemas de desnutrición. Las actividades buscan que el alumnado reflexione sobre estos datos y se **cuestione el modelo actual de reparto mundial de alimentos**.

DESCRIPTORES TALLER Y LABORATORIO

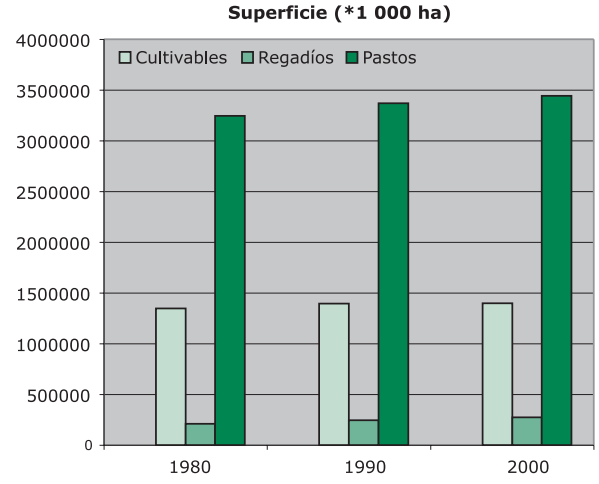
COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	DÓNDE LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.2. Estructurar el conocimiento dando coherencia y cohesión al discurso.	Redacta informes sobre la evolución de la producción de alimentos y la nutrición humana.	Cuest., a3, b3, b5, c3, D
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.1. Conocer y manejar los elementos matemáticos básicos en situaciones reales o simuladas de la vida cotidiana.	Calcula porcentajes a partir de datos sobre producción y distribución de alimentos.	Cuest., a2, b2, c2
	II.3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible.	Representa gráficas a partir de datos sobre producción y distribución de alimentos.	Cuest., a1, b1, c1
IV. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y COMPETENCIA DIGITAL	IV.3. Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación extrayendo su máximo rendimiento a partir de la comprensión de la naturaleza y modo de operar de los sistemas tecnológicos.	Busca información sobre esperanza de vida y mortalidad infantil en diversos países.	Cuest. D
V. COMPETENCIA SOCIAL Y CIUDADANA	V.2. Fundamentar éticamente las posturas personales en el respeto a principios y valores universales, como los que encierra la Declaración de los derechos humanos	Extrae conclusiones sobre las desigualdades en el mundo.	Cuestiones

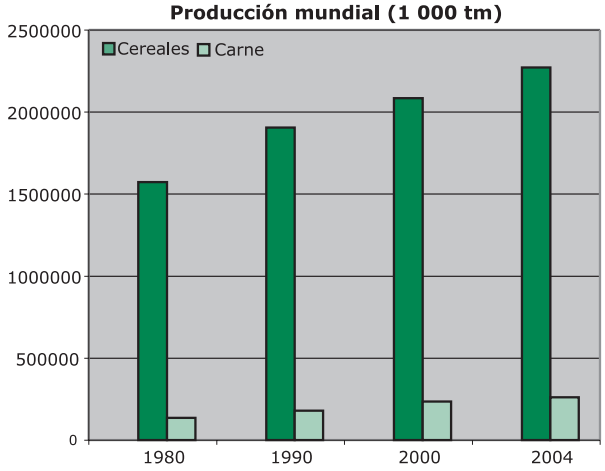
SOLUCIONARIO

Taller y laboratorio

A. Estudia los datos que te proporcionamos en las tablas I y II sobre agricultura y ganadería.

a.1. Representa gráficamente la evolución de todos los datos desde al año 1980. Usa dos gráficas, una para la variación de superficie agrícola y otra para de producción de alimentos.





a.2. Para cada dato, calcula el % de variación entre 1980 y el dato más actual (2000, ó 2004, según cada caso).

Para calcular el % de variación dividimos la diferencia entre los valores por el valor inicial de 1980 y lo representamos en %. Así obtenemos el % de variación sobre los valores de 1980 (positiva indica crecimiento y negativa disminución):

Tabla I

Año	Cultivables	Regadíos	Pastos
1980	1 345 989	209 657	3 244 404
2000	1 397 656	275 090	3 442 078
Diferencia	51 667	65 433	197 674
% variación	3,8 %	31,2 %	6,1 %

Tabla II

Año	Cereales	Carne
1980	1 573 227	136 219
2004	2 270 360	260 098
Diferencia	69 7133	12 3879
% variación	44,3 %	90,9%

a.3. Compara la variación obtenida en la cuestión anterior y redacta un pequeño informe en las que destaques que resultados te llaman más la atención. Intenta relacionar alguna de tus conclusiones con lo estudiado en el tema.

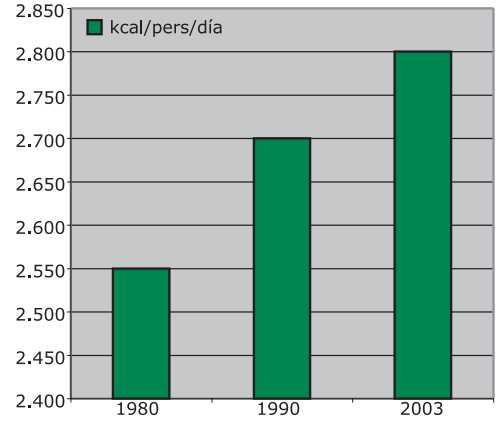
Se pueden observar varios detalles:

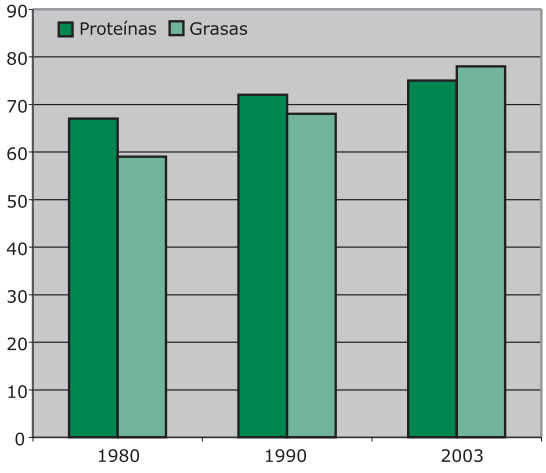
- El incremento en la superficie cultivada es mucho menor que en la producción de cereales, lo que nos indica que el aumento de los cereales se ha producido más por mejores técnicas que han aumentado el rendimiento del cultivo que no por cultivar más áreas.
- La superficie que más ha aumentado es la de regadío, un cultivo de alta productividad pero que requiere un suministro continuo de agua, es decir, de infraestructuras como presas y pozos para obtener el agua, canales y acequias para repartirla, etc.
- El incremento en la producción de carne es el mayor de todos los datos mostrados, ya que casi se ha duplicado en estos años. Sin embargo los pastos solo ha aumentado un pequeño porcentaje (6,1%), luego la ganadería ha crecido alimentándose de vegetales cultivados, como los cereales.
- Los datos indican que el aumento de la producción ganadera se produce al aumentar la producción de alimentos vegetales hasta obtener excedentes agrícolas.

B. Observa los datos de la tabla III

b.1. Representa gráficamente la evolución de todos los datos desde al año 1980.

Hemos elegido separar las gráficas en dos por la diferencia de escalas.





b.2. Calcula el % de variación entre 1980 y 2003.

Para calcular el % de variación dividimos la diferencia entre los valores por el valor inicial de 1980 y lo representamos en %.

	Energía	g por persona y día	
Año	kcal/pers/día	Proteínas	Grasas
1980	2.550	67	59
2003	2.800	75	78
Diferencia	250	8	19
% variación	9,8 %	11,9 %	32,2 %

b.3. Comenta los resultados.

Surgen varios comentarios:

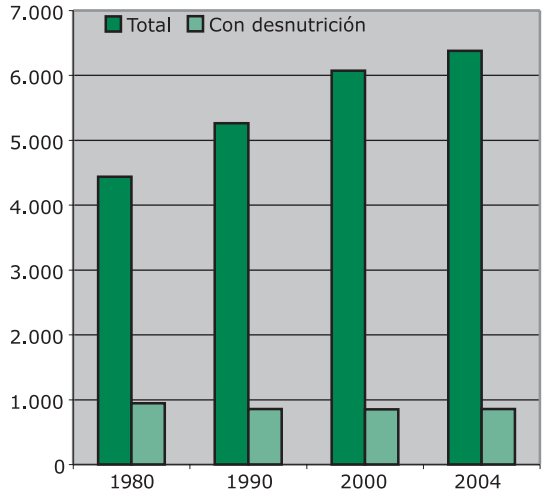
- Todos los datos muestran un incremento. Es decir en el 2003 se consumen más kcal, más proteínas y más grasas por término medio. Teniendo en cuenta que la población mundial ha aumentado, se puede deducir que han aumentado mucho las producciones agrícola y ganadera.
- El aumento más importante se ha producido en la ingesta de grasas, que ha aumentado un tercio en 23 años. Estas grasas son de origen animal, luego ha aumentado mucho el consumo de carne, y son también responsables del sobrepeso o la obesidad de las personas.

b.4. De acuerdo con las recomendaciones de los nutricionistas, ¿cómo es la ingesta media del año 2003?

Si comparamos además los valores de kcal/persona y día, con lo recomendado por los nutricionistas, ya en 1980 la dieta media superaba la necesaria, luego ya en 1980 a nivel global había suficiente alimento para todo el mundo. En 2003, la dieta media supera mucho más la recomendada, luego hay todavía más alimentos por persona que en 1980. En ambos casos, el hambre en el mundo no es por falta de alimento sino por mal reparto de los mismos.

C. Observa los datos de la tabla IV

c.1. Representa gráficamente la evolución de todos los datos desde al año 1980.



c.2. Calcula el % de población desnutrida en cada caso.

	Población mundial (millones)		
Año	Total	Con desnutrición	% desnutridos
1980	4 435	945	21,3 %
1990	5 263	855	16,2 %
2000	6 070	848	14,0 %
2004	6 377	856	13,4 %

c.3. Compara tu respuesta a las cuestiones b.4 y c.2 y explica lo que puedes deducir.

La respuesta a la cuestión b.4 incluía dos consideraciones importantes: que entre 1980 y 2003 había crecido la cantidad de alimentos por persona y que había suficiente alimento para toda la humanidad. La cuestión c.2 evidencia que entre 1980 y 2003 se ha reducido el número de desnutridos en casi 100 millones de personas, reducción mucho más espectacular si consideramos que en ese mismo periodo la humanidad casi ha crecido un 50%, hecho que se observa la estudiar los porcentajes de población desnutrida.

Sin embargo, la existencia de todavía 856 millones de personas desnutridas, más de 18 veces España, pone todavía más de relieve la dureza de la conclusión de la cuestión b.4: hay suficiente alimento pero está mal repartido: a los 856 millones de desnutridos se oponen los más 1000 millones de sobrenutridos.

c.4. Busca información sobre la esperanza de vida y la mortalidad infantil en España y en otros países. Procura que sean países muy diferentes: desarrollados, en vías de desarrollo o poco desarrollados. Compara los resultados con los valores medios que te muestra la tabla V y elabora un pequeño informe.

La información se puede obtener de varias páginas de Internet como

www.wwi.com (World Watch Institute),

www.oms.org (Organización Mundial de la Salud),

http://es.wikipedia.org/wiki/Esperanza_de_vida (wikipedia)

Lo interesante es observar que la expectativa media de vida de la humanidad en conjunto ha crecido entre 1980 y 2003, al igual que ha descendido la mortalidad infantil. Sin embargo, la incorporación de los datos de unos cuantos países demuestra que, al igual que ocurría con los datos sobre alimentación, existen grandes diferencias entre los países desarrollados, con expectativas de vida cercanas o superiores a los 80 años, y los menos desarrollados, que bajan incluso de los 50.



Los alimentos transgénicos

Ciencia y sociedad

RESUMEN

El documento plantea uno de los aspectos más debatidos de la producción de alimentos: el desarrollo y uso de **alimentos transgénicos**. Se expone el concepto de transgénico y varios de los **diversos tipos de transgénicos**, con sus ventajas principales. Por último se detallan algunos de los **argumentos** que se usan en la actualidad **en contra** de esos alimentos.

DESCRIPTORES CIENCIA Y SOCIEDAD

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	DÓNDE LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.2. Estructurar el conocimiento dando coherencia y cohesión al discurso.	Resume las ideas del texto.	Cuest. A, Cuest. C
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO.	III.8. Ser consciente de la influencia que tiene la presencia de las personas en el espacio, su asentamiento, su actividad, las modificaciones que introducen y los paisajes resultantes.	Diferencia ventajas y desventajas de los cultivos transgénicos.	Cuest. B
	III.9. Cuidar del medio ambiente y usar responsablemente los recursos naturales con criterios de sostenibilidad.	Reconoce las desventajas de los cultivos transgénicos resistentes a plaguicidas.	Cuest. B
IV. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y COMPETENCIA DIGITAL	IV.3. Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación extrayendo su máximo rendimiento a partir de la comprensión de la naturaleza y modo de operar de los sistemas tecnológicos.	Busca información sobre un cultivo transgénico.	Cuest. C

SOLUCIONARIO

Ciencia y sociedad

A. Haz un breve resumen de las ideas expuestas en este documento.

El documento trata sobre los alimentos transgénicos, aquellos vegetales a los que, por ingeniería genética, se les ha incluido genes que son propios de otras especies y que les confieren características especiales.

El primer ejemplo explicado es el del arroz dorado ("golden rice"), variedad de arroz capaz de sintetizar b caroteno, molécula precursora de la vitamina A, no presente en las variedades tradicionales de arroz, y cuya ausencia causa ceguera. A continuación explica otros motivos y ejemplos de características adquiridas por ingeniería genética, como la mejor defensa frente a las plagas o la mejora de rendimiento agrícola.

Por último explica algunas de las desventajas que plantean los cultivos transgénicos, como no solucionar el problema del hambre en el mundo, aumentar la dependencia de los países menos desarrollados o suponer un posible riesgo medioambiental.

B. La adquisición de resistencia de las plantas transgénicas puede ser o a las plagas o a los plaguicidas. Compara ambos casos y explica por qué tienen efectos opuestos sobre el medio ambiente.

Resistencia a	Descripción	Consecuenicas medioambientales
La plaga	La especie se hace resistente a la plaga que disminuye su efecto negativo.	Es necesario una menor cantidad de plaguicida, incluso no es necesario liberarlo al medio.
El plaguicida	La especie se hace resistente al plaguicida, que al no afectarle negativamente, puede usarse en mayor concentración o por más tiempo.	Se pueden usar mayores cantidades del plaguicida, que ya no afecta tan negativamente al cultivo, pero que al liberarse en mayor cantidad afecta más negativamente al medio ambiente.

C. Busca en Internet información sobre un cultivo transgénico y elabora un breve informe: ventajas de ese cultivo, extensión en el mundo, etc. Busca también información en contra de ese cultivo.

La respuesta es variable, pero es importante que el informe incluya algunos aspectos como:

- finalidad del transgénico: que características nuevas ha incorporado
- áreas donde se cultiva y destino del cultivo
- coste para el agricultor y si ha supuesto una mejora en la sociedad agrícola de la región
- desventajas y problemas que ha planteado su cultivo.

Un análisis exhaustivo de la FAO sobre estos cultivos es el dossier cuya página inicial es

http://www.greenfacts.org/es/omg/

En contra de esos cultivos:

http://www.ecologistasenaccion.org/article.php3?id_article=3175

http://www.greenpeace.org/espana/campaigns/transgenicos

▶ Modelo de examen para la evaluación de competencias

NOMBRE: _____ CURSO: _____ FECHA: _____

1. Dibuja un esquema sencillo del ciclo del carbono de un ecosistema terrestre que incluya los procesos más importantes y los tres niveles tróficos, productores, consumidores y descomponedores.

2. Describe brevemente el ciclo del carbono incluyendo alguna reacción química relevante.

3. Con los datos proporcionados de este ecosistema

	Biomasa (gC/m^2)	Producción Bruta (gC/m^2 año)	Respiración (gC/m^2 año)
Productores	12000	2400	1080
Consumidores primarios	1800	842	734
Consumidores secundarios	150	96	89

a) Calcula la producción neta de cada nivel.

b) Calcula la productividad bruta y neta de cada nivel.

4. Representa la pirámide de biomasa del ecosistema de la cuestión anterior.

5. a) ¿Qué es una plaga?

b) ¿Por qué son frecuentes las plagas en agricultura?

6. Compara en una tabla las ventajas y desventajas de los dos métodos de lucha contra las plagas.

7. Define los siguientes conceptos: ecología, productores, consumidores, descomponedores, red trófica.

8. Describe las características de las dos estrategias básicas de supervivencia de los organismos de un ecosistema.

Tabla de aplicación para el examen • 4º ESO • Tema 1

Nombre: _____ **Curso:** _____ **Fecha:** _____

COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Define correctamente términos de ecología					
Construye una tabla comparativa de métodos de control biológico de plagas					
Describe con coherencia el ciclo del carbono					

COMPETENCIA MATEMÁTICA					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Calcula correctamente producciones netas y productividades					
Representa una pirámide de biomasa aplicando correctamente la escala					

COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Describe las fases del ciclo del carbono					
Anota reacciones químicas de fotosíntesis y respiración					
Identifica el papel de productores, consumidores y descomponedores					
Describe las características de una plaga					
Relaciona las plagas y la agricultura					
Describe las estrategias de supervivencia					

COMPETENCIA ARTÍSTICA					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Dibuja un esquema del ciclo del carbono					

COMPETENCIA SOCIAL Y CIUDADANA					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Valora las ventajas del control biológico de plagas					

1. No alcanza el mínimo en el desempeño de la capacidad
2. Cumple con el mínimo requerido
3. Se encuentra en la media del resto de sus compañeros
4. Supera la media
5. Presenta un nivel máximo de cumplimiento del desempeño

Bibliografía

AAVV. 1993-1998. *Enciclopedia Biosfera de de la editorial Enciclopedia Catalana*. Editorial Enciclopedia Catalana: Barcelona.

AAVV. 2012. *Ecología*. Planeta de Agostini: Barcelona

HUTCHINSON, G. EVELYN. 1979. *El teatro ecológico y el drama evolutivo.* Blume: Barcelona.

MARGALEF, RAMÓN. 1974. *Ecología*. Omega: Barcelona

MARGALEF, RAMÓN. 1992. *Planeta azul, planeta verde.* Prensa Científica: Barcelona

ODUM, HOWARD T. 1980. *Ambiente*, energía y sociedad. Blume: Barcelona.

POSTEL, SANDRA. 1993. *El último oasis.* Apóstrofe SL: Barcelona.

RODRÍGUEZ MARTÍNEZ, JAIME. 2010. *Ecología*. Pirámide: Madrid.

TAMAMES, RAMÓN. 1995. *Ecología y desarrollo sostenible*. Alianza Editorial: Madrid.

REVISTAS:

Para el profesorado

- Investigación y Ciencia
- Quercus
- National Geographic
- Muy Interesante

Para el alumnado:

- Muy Intersante junior
- National Geographic
- Natura

PÁGINAS WEB:

http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/Dinamica/index.htm

Página de inicio de los temas de ecología plantados en la web del Ministerio de Educación. Incluya actividades y links a otras páginas de interés.

http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/CiclosBiogeoquimicos.htm

Página sobre los ciclos biogeoquímicos, incluye más información de la suministrada en el tema pero no incluye específicamente el del fósforo

http://www.fao.org

Página principal de la FAO (organización sobre la Agricultura y la Alimentación). Dentro de esta web la siguiente página conecta con los informes SOFA sobre agricultuta y alimentación en el mundo:

http://www.fao.org/ES/esa/es/pubs_sofa.htm

http://www.ine.es/

Página principal del Instituto Nacional de Estadística que incluye datos sobre producción agrícola y ganadera.

http://www.agricultura-ecologica.com/index.php/Agricultura-ecologica/control-biologico-de-plagas.html

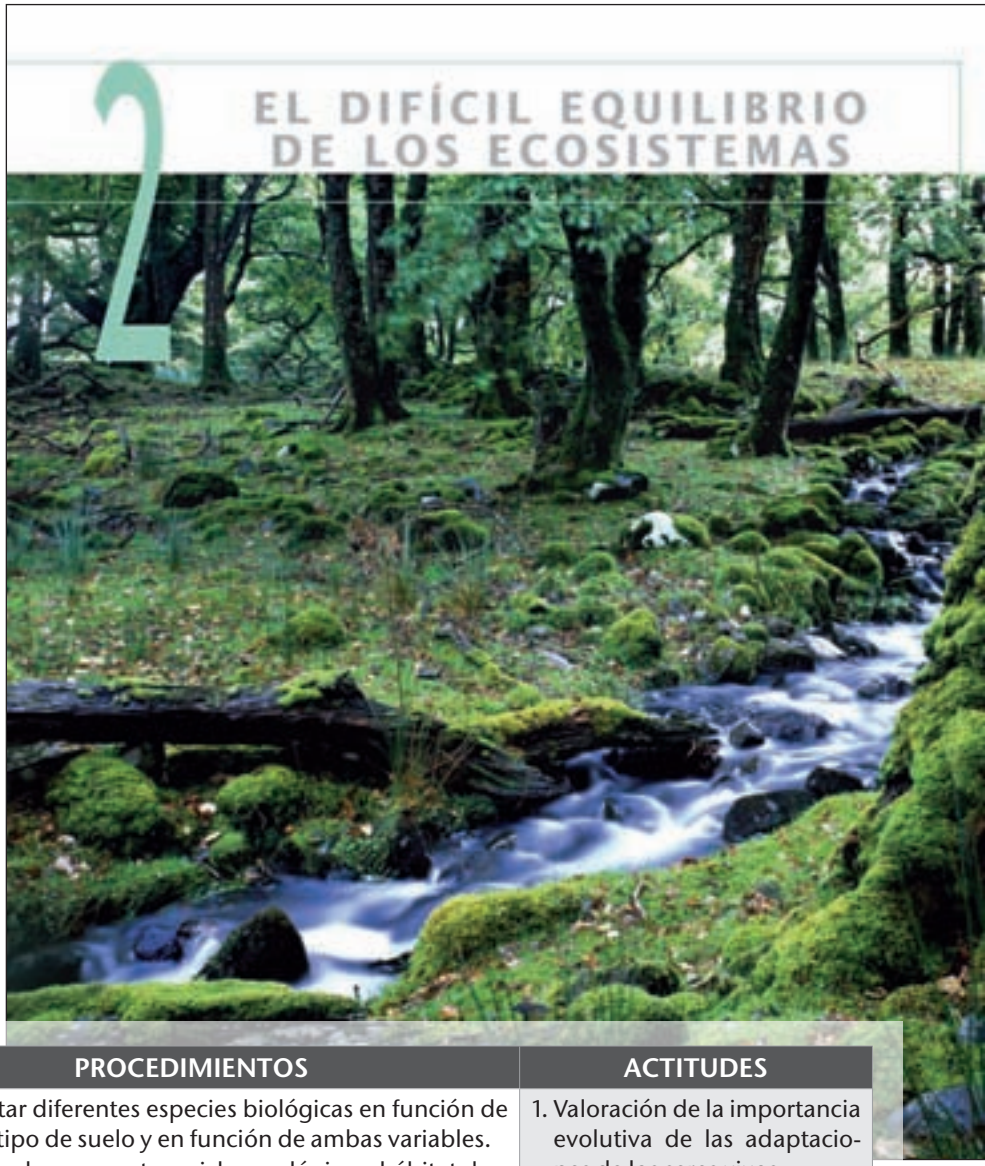
Página sonbre control biológico de plagas en una web dedicada a la agricultura ecológica.

RESUMEN

Todos los ecosistemas del mundo sufren cambios con el paso del tiempo. Esos cambios se pueden representar en forma de una sucesión ecológica, en la que partiendo de cero se alcanza el máximo desarrollo posible, el climax ecológico. El desarrollo de un suelo maduro es un ejemplo de sucesión ecológica.

Pero los ecosistemas también pueden sufrir regresiones, cambios dirigidos a la inversa que en la caso de las sucesiones. Las causas actuales más frecuentes de regresiones son nuestras acciones sobre la naturaleza. Si el desarrollo de un suelo maduro es un ejemplo de sucesión, la deforestación lo es de los de regresión.

Una de las principales causas de deforestación en España son los incendios forestales. La deforestación, y otras causas como la tala indiscriminada conducen a la erosión, uno de los grandes problemas ambientales a los que nos enfrentamos, junto con la contaminación, la destrucción de ecosistemas y la extinción de especies o la superpoblación.



CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	ACTITUDES
1. Las adaptaciones y el nicho ecológico. - Los cambios ambientales. 2. Adaptaciones al medio aéreo o terrestre. 3. Adaptaciones al medio acuático. 4. La sucesión ecológica. - La regresión ecológica. 5. El suelo. - Perfil de un suelo maduro. 6. La deforestación y la erosión de los suelos. - La pérdida de suelos fértiles. - La desertización. 7. Los incendios forestales. - Los incendios forestales en España. 8. Los grandes problemas ambientales. - El calentamiento climático. - La obtención de agua potable. - Los residuos sólidos. - La sobreexplotación de recursos. - La extinción de especies. - El crecimiento demográfico. - La gestión sostenible.	1. Representar diferentes especies biológicas en función de la altura, tipo de suelo y en función de ambas variables. 2. Diferenciar los conceptos: nicho ecológico y hábitat desde un punto de vista funcional. 3. Aplicación de la regla de Allen a los apéndices cefálicos y forma de la cabeza de tres especies diferentes. 4. Análisis de las principales adaptaciones a la temperatura, a la humedad, naturaleza del suelo y luz. 5. Identificación del nicho ecológico de dos especies de aves mediante el estudio de las patas y los picos. 6. Relacionar las características fisicoquímicas del medio acuático con las adaptaciones de los organismos planctónicos, nectónicos y bentónicos. 7. Identificar las fases de la sucesión y la regresión ecológica. 8. Observar y analizar un esquema sobre la evolución del suelo con el paso del tiempo. 9. Observar y caracterizar los distintos horizontes o capas de un suelo. 10. Identificar y caracterizar las principales causas de destrucción del suelo. 11. Observación y análisis de una gráfica sobre la evolución de los incendios forestales en España. 12. Comparación de la gráfica anterior con otra gráfica comparativa del coste económico. 13. Clasificar y caracterizar los problemas ambientales globales. 14. Diseñar, optimizar y realizar un experimento sobre la infiltración de agua en el suelo. 15. Lectura de un documento sobre desarrollo sostenible.	1. Valoración de la importancia evolutiva de las adaptaciones de los seres vivos. 2. Sensibilización ante la intervención del ser humano en los procesos de regresión ecológica. 3. Análisis críticos de las causas de degradación de los suelos fértiles. 4. Manifestación de interés por fomentar la lucha contra los incendios forestales. 5. Interés por relacionar los conocimientos científicos con la vida cotidiana. 6. Conciencia de los derechos y deberes de las personas en relación con el medio ambiente. 7. Creatividad en la resolución de problemas. 8. Reconocimiento y valoración de la gravedad de los problemas ambientales globales.



Todos los ecosistemas del mundo sufren cambios con el paso del tiempo. Esos cambios se pueden representar en forma de una sucesión ecológica, en la que partiendo de cero se alcanza el máximo desarrollo posible, el clímax ecológico. El desarrollo de un suelo maduro es un ejemplo de sucesión ecológica.

Pero los ecosistemas también pueden sufrir regresiones, cambios dirigidos a la inversa que en caso de las sucesiones. Las causas actuales más frecuentes de regresiones son nuestras acciones sobre la naturaleza. Si el desarrollo de un suelo maduro es un ejemplo de sucesión, la deforestación lo es de regresión.

Una de las principales causas de deforestación en España son los incendios forestales. La deforestación conduce a la erosión, uno de los grandes problemas ambientales a los que nos enfrentamos, junto con la contaminación, la destrucción de ecosistemas, la extinción de especies o la superpoblación.

- LAS ADAPTACIONES Y EL NICHO ECOLÓGICO
- ADAPTACIONES AL MEDIO AÉREO O TERRESTRE
- ADAPTACIONES AL MEDIO ACUÁTICO
- LA SUCESIÓN ECOLÓGICA
- EL SUELO
- LA DEFORESTACIÓN Y LA EROSIÓN DE LOS SUELOS
- LOS INCENDIOS FORESTALES
- LOS GRANDES PROBLEMAS AMBIENTALES
- RESUMEN
- ACTIVIDADES
- CIENCIA Y SOCIEDAD

Efecto de la vegetación sobre la infiltración del agua en el suelo
El desarrollo sostenible

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Comprender las adaptaciones de los seres vivos como una respuesta a los problemas que les plantea el ecosistema.
- Identificar en imágenes adaptaciones de los seres vivos y deducir las ventajas que aportan.
- Reconocer las adaptaciones fundamentales de los seres vivos al medio aéreo o terrestre.
- Reconocer las adaptaciones fundamentales de los seres vivos al medio acuático.
- Comprender el concepto de nicho ecológico, reconociendo las características fundamentales de las especies de nicho amplio y específico.
- Comprender las fases fundamentales de la sucesión ecológica, tanto primaria como secundaria y la regresión.
- Reconocer nuestro papel en los procesos de regresión ecológica.
- Comprender el proceso de formación del suelo identificándolo como una sucesión.
- Conocer los diferentes horizontes de un suelo, sus características y las causas de ellas.
- Comprender la relación entre deforestación, erosión y desertización.
- Reconocer las causas fundamentales de pérdida de suelo en el mundo.
- Analizar la situación de España con respecto a la erosión y desertización en mapas.
- Conocer las causas fundamentales de los incendios forestales en España.
- Reconocer el papel de la diversidad de los bosques en la defensa frente a los incendios.
- Conocer algunos de los grandes problemas ambientales pendientes, sus causas y sus posibles soluciones.
- Reconocer el papel del desarrollo económico y social en el origen y la lucha contra esos problemas.
- Interpretar tablas de datos y representarlos gráficamente.

RESUMEN

El tema comienza recordando el concepto de **adaptación**, estudiado en 2º de ESO, para introducir inmediatamente el de **nicho ecológico**, concepto que se usara posteriormente en varios apartados de este tema y del siguiente. Se distingue entre **hábitat** y **nicho**, y se diferencia entre especies **generalistas** y **especialistas**. Por último se reflexiona sobre los cambios introducidos por la presencia de especies en un hábitat determinado.



1 Las adaptaciones y el nicho ecológico

Fíjate

Fig. 1.1 Las gráficas a y b representan las condiciones de desarrollo en altitud (temperatura media) y tipo de suelo de especies de pinos creciendo por separado. La gráfica c representa su aparición real en condiciones naturales.

Pinus halepensis (Ph) Pinus uncinata (Pu)
Pinus pinea (Pp) Pinus nigra (Pn)
Pinus sylvestris (Ps)

a. ¿Qué representa la imagen a? Describe brevemente como se comporta por separado cada especie de pino para ese factor.
b. ¿Qué representa la imagen b? Describe brevemente como se comporta por separado cada especie de pino para ese factor.
c. ¿Qué ocurre en realidad en la naturaleza cuando los pinos crecen juntos?

En el ecosistema los seres vivos obtenemos todo lo necesario para desarrollar nuestras funciones vitales. Para ello, cada ser vivo cuenta con unas adaptaciones, **características anatómicas, fisiológicas y de comportamiento que son típicas de cada ser vivo y que le ayudan a sobrevivir.**

La obtención de cada uno de los recursos para la vida supone para un ser vivo la competencia con individuos de su misma especie y con individuos de otras especies. Las adaptaciones de los seres vivos consiguen así reducir la competencia que sufren. Dentro del ecosistema, este proceso de selección natural determina cuáles son los individuos mejor adaptados para sobrevivir.

Por muy parecidas que sean dos especies de seres vivos entre sí, siempre hay alguna adaptación, alguna característica que las diferencia.

El nicho ecológico

El nicho ecológico es la función que desempeña cada especie en el ecosistema. Dentro del ecosistema cada especie se caracteriza por aspectos tan diversos como su tamaño, su régimen de alimentación, el área donde se asienta o **hábitat**, su época de reproducción y el número de descendientes que tiene.

Desde el punto de vista del nicho ecológico que poseen, las especies pueden ser:

- **Generalistas**, que son especies de nicho muy amplio, que pueden vivir en condiciones muy variadas. Las especies pueden aprovechar recursos muy diferentes y sobrevivir en multitud de ambientes diferentes. Son especies que encontramos en biotopos muy diversos. Por ejemplo el ratón de campo aparece en toda Europa, o algunas especies de pinos son capaces de crecer desde zonas cercanas al mar hasta montañas de una cierta altitud.
- **Especialistas**, que son especies de un nicho muy reducido y que, por lo tanto, solo aparecen si se dan unas condiciones muy concretas. Por ejemplo, muchas especies parásitas infectan solo a un organismo concreto.

El tamaño del hábitat

Todas las especies tienen unos hábitats teóricos, aquellos en los que pueden sobrevivir, mucho mayores que sus verdaderos hábitats reales. Observa la fig. 1.2 y la respuesta de la cuestión c. La razón de esta reducción está en la **competencia**: si la especie aparece sola, sin competidores, puede ocupar zonas del ecosistema en las que se desarrolle con dificultad. Pero si aparece una especie que se desarrolla mejor en esas condiciones, compite con ella con una clara ventaja y la termina por desplazar.

32

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.2. Estructurar el conocimiento dando coherencia y cohesión al discurso.	Describe como la presencia de seres vivos modifica todo el ecosistema.	Texto
	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Conocer y utilizar adecuadamente los términos: adaptación, nicho ecológico y hábitat.	Texto, Act. A
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Diferencia a los organismos generalistas de los especialistas.	Texto, Act. A
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Interpreta el concepto de nicho ecológico a partir de información gráfica.	Fíjate Fig. 1.1
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Interpreta el crecimiento de los organismos especialistas.	Act. B



Los **hábitats reales de todas las especies son siempre mucho menores que los teóricos.** Pero nuestras acciones modifican radicalmente muchos ecosistemas, potenciando la aparición de unas especies a base de erradicar otras, provocando desequilibrios en los ecosistemas. Las plagas estudiadas en el tema anterior son un ejemplo (fig. 1.3).

LOS CAMBIOS AMBIENTALES

La presencia de seres vivos modifica todo el ecosistema. Recuerda que los seres vivos se relacionan e influyen continuamente en el entorno que les rodea. En un ecosistema maduro, el biotopo está ampliamente modificado por la biocenosis que habita en él. Estas modificaciones permiten la presencia de especies que, si no fueran por ellas, no podrían sobrevivir.

Por ejemplo, la **presencia de vegetación** mantiene el terreno esponjoso y provoca que retenga más agua. Se establece así un círculo cerrado: a mayor vegetación, mayor absorción de agua, lo que permite más vegetación, que permite una mayor retención de agua, y así sucesivamente.

En los **ecosistemas acuáticos,** la presencia continua de vegetales oxigena la capa iluminada (zona fótica), ya que la fotosíntesis desprende oxígeno al agua (fig. 1.4). En los fondos por debajo de esa zona la renovación del oxígeno es mucho más lenta y puede llegar a desaparecer (fondos anóxicos).

A lo largo de toda la historia del planeta, los seres vivos han provocado profundas modificaciones que estudiarás con más detalle en otros temas, pero baste introducir que todo el oxígeno atmosférico (21% en volumen) ha sido desprendido a la atmósfera por la actividad de los organismos fotosintéticos.

Fig. 1.4 Las algas oxigenan el medio por la fotosíntesis.

Fig. 1.2 Las ratas constituyen una especie generalista adaptada a todo tipo de ambientes.

Fig. 1.3 Cuando desapareció de nuestros ríos el cangrejo autóctono, se repoblaron esos cauces con cangreja americano. Este animal se transformó en una plaga.

Actividades

A Explica el concepto de nicho ecológico y resume las diferencias entre los organismos generalistas y los especialistas.

B Un organismo especialista como un parásito ¿puede crecer descontroladamente? Justifica tu respuesta.

33

SOLUCIONARIO

Fíjate

Las gráficas a y b representan las condiciones de desarrollo en altitud (temperatura media) y tipo de suelo de especies de pinos creciendo por separado. La gráfica c representa su aparición real en condiciones naturales.

a. ¿Qué representa la imagen a? Describe brevemente como se comporta por separado cada especie de pino para ese factor.

La imagen a representa la altitud a la que aparecen cada una de las distintas especies de pinos. Entre ellos, el *Pinus pinea* y el *P. halepensis* son las especies que aparecen a menor altitud (entre 0 y 1 000 m de altitud), P. nigra aparece a altitudes entre 500 y 1 000m y *P. silvestris* se extiende un poco más en altitud (hasta casi 2 000 m) y, por último, *P. uncinata* aparece solo en altitudes por encima de los 1 500 m.

b. ¿Qué representa la imagen b? Describe brevemente como se comporta por separado cada especie de pino para ese factor.

La imagen b muestra ahora el tipo de suelo, silíceo o calcáreo en el que crecen. Hay dos especies, *P. uncinata* y *P. silvestris* que pueden crecer en todo tipo de suelos, mientras que *P. nigra* y *P. pinea* crecen en suelos calcáreos y *P. halepensis* lo hace en suelos silíceos.

c. ¿Qué ocurre en realidad en la naturaleza cuando los pinos crecen juntos?

Cuando se juntan ambos factores lo que se observa es que cada especie de pino crece en unas condiciones distintas de los demás, de manera que su crecimiento no interfiere con el de las otras especies.

Actividades

A. Explica el concepto de nicho ecológico y resume las diferencias entre los organismos generalistas y los especialistas.

El nicho ecológico de un organismo representa su papel en las relaciones ecológicas. Las especies generalistas son especies de nicho muy amplio, que pueden vivir en condiciones muy variadas, aprovechando recursos muy diferentes y sobreviviendo en multitud de ambientes diferentes. Por otro lado, las especialistas son de un nicho reducido y que, por lo tanto, solo aparecen si se dan unas condiciones muy concretas.

B. Un organismo especialista como un parásito ¿puede crecer descontroladamente? Justifica tu respuesta.

Si, siempre y cuando haya suficientes organismos a los que parasitar.

RESUMEN

Tras recordar el concepto de **adaptación** e introducir el de nicho ecológico, se estudian las adaptaciones más comunes de los seres vivos, empezando por la propias del **medio terrestre**. En el primer bloque se exponen las correspondientes a las variaciones de la **temperatura**, se aprovecha para recordar los conceptos de **endotermo** y **ectotermo**, y las adaptaciones contra la **desecación**.



2 Adaptaciones al medio aéreo o terrestre

En este apartado estudiaremos las adaptaciones a los factores climáticos limitantes (temperatura y humedad) y a la calidad del suelo; también adaptaciones a algunas de las condiciones impuestas por las propiedades del medio aéreo, como son la viscosidad y densidad del aire, que determinan el modo de sostén del cuerpo y de locomoción, y a la intensidad y duración de la luz.

Fíjate

Fig. 2.1 Regla de Allen: los apéndices y extremidades animales son más largos en aquellos que viven en zonas cálidas.

Zorro ártico

Zorro común

Fenec del Sahara

Observa la figura 2.1, que representa la silueta de la cabeza de tres especies de zorros que viven en tres regiones climáticas diferentes: fría, templada y cálida. Saca tus propias conclusiones:

a. ¿Quiénes soportan mejor el frío, los animales con orejas grandes, o los de orejas pequeñas?

b. Fíjate también en la longitud y anchura del morro, y relaciónalas con el clima más adecuado para cada tipo.

c. Da una explicación a la relación que encuentres entre el tamaño de las orejas, la forma del morro y la temperatura ambiente. Como se trata de animales de sangre caliente, tu explicación ha de ir por la línea de la mayor o menor facilidad para intercambiar temperatura con el medio.

Protección contra las variaciones de temperatura

La mayor parte de los seres vivos sólo pueden sobrevivir en el intervalo comprendido entre los -2 °C y los 45 °C, aunque haya bacterias capaces de vivir a temperaturas menores y mayores, pero se trata de organismos relictos que se reproducen con mucha lentitud.

La mayoría de los organismos sólo se reproducen y desarrollan en condiciones óptimas de temperatura, a valores comprendidos entre 15 °C y 35 °C. Cuando la temperatura ambiente sea superior o inferior a estos valores, los organismos han de desarrollar estructuras y mecanismos de protección.

Los animales **endotermos** o de *sangre caliente* (actualmente los mamíferos y las aves) presentan estructuras y mecanismos que mantienen constante la temperatura interna con independencia del exterior:

- cubierta de pelos o plumas (que genera una capa de aire en torno al cuerpo)
- capa de grasa bajo la piel (propio de los animales de climas fríos, como los osos, o los jabalíes)
- la sudoración con el calor (al evaporarse, enfría el cuerpo)
- el tiritar con el frío (el movimiento muscular genera calor).

Los animales llamados de *sangre fría* y las plantas y hongos se dice que son **ectotermos**, porque su temperatura corporal depende de la del ambiente.

Los animales ectotermos suelen entrar en **letargo invernal** cuando bajan las temperaturas, y paralizan sus funciones vitales. Algunos endotermos también presentan un letargo invernal que consiste en que duermen y ralentizan su metabolismo (osos, marmotas, lirones, murciélagos...) (fig. 2.2).

Las plantas pierden sus hojas y paralizan su savia; hay árboles de hoja perenne, como muchas coníferas (pinos, abetos) que tienen sus hojas finas, con poco agua y muchas ceras y resinas, para evitar su congelación; las hierbas pasan la temporada fría en forma de semilla, con cubiertas resistentes, o en forma de tubérculos o bulbos subterráneos.

Los hongos pasan también los períodos fríos en forma de esporas con cubiertas protectoras.

34

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado para describir las adaptaciones de los seres vivos al medio.	Fíjate Fig. 2.1
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Identifica las estrategias de los vegetales para luchar contra la desecación.	Act. A
		Identifica estrategias de los animales para defenderse de las temperaturas extremas.	Fíjate Fig. 2.1, Act. B
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Relaciona la caducidad o no de las hojas con su morfología y el clima.	Act. C



Protección contra la desecación

El agua es imprescindible para la vida, y los organismos aéreos deben protegerse de su pérdida por evaporación.

Por eso, muchos animales no se independizan del todo del agua, como es el caso de los anfibios, que mantienen su cuerpo siempre húmedo y ponen los huevos en el agua.

Los animales que se independizan del agua deben cubrir su cuerpo de mucosidades (como caracoles y lombrices de tierra), o de caparazones de quitina (como insectos, arañas y escorpiones), o de piel provista de escamas, pelos o plumas (como los reptiles, aves y mamíferos, respectivamente).

Las plantas desarrollan raíces para obtener agua del suelo y cubren su cuerpo de sustancias impermeables, como la cera, la cutina (que es transparente) o el corcho. Las plantas adaptadas a vivir en lugares muy secos, presentan estos caracteres más desarrollados, como es el caso de los cactus, de raíces muy profundas y extensas, de cubierta muy impermeable y hojas transformadas en espinas para no perder agua por transpiración, y con tejidos internos que acumulan gran cantidad de agua de reserva (fig. 2.3).

Fig. 2.3 Plantas de la familia de las cactáceas.

Fig. 2.2 Diversos animales y plantas que soportan las bajas temperaturas.

Actividades

A. Además de los cactus, hay muchas plantas de hojas espinosas o muy pequeñas y estrechas que están adaptadas a vivir en lugares secos, al menos en verano. Cita algunos ejemplos.

B. En los países cálidos abundan los reptiles (lagartos, serpientes...) pero son mas raros en los países muy fríos. ¿Podrías explicar por qué?

C. ¿Qué les pasaría a las hayas y a los robles si no perdieran sus hojas en invierno? ¿Por qué los pinos no necesitan perder sus hojas en invierno? Cita más ejemplos de árboles de hoja caduca y de árboles de hoja perenne.

35

Como resumen, en climas fríos el problema es conservar el calor corporal, por lo que los apéndices como morro y orejas reducen su tamaño para reducir al mínimo esa pérdida. Sin embargo, en climas muy cálidos, el problema es el contrario: enfriar el cuerpo. Por eso en esos climas las orejas se agrandan y los morros se alargan para aumentar la superficie que disipe el calor.

Actividades

A. Además de los cactus, hay muchas plantas de hojas espinosas o muy pequeñas y estrechas que están adaptadas a vivir en lugares secos, al menos en verano. Cita algunos ejemplos.

En España, debido a su clima, existe una gran cantidad de ejemplos de plantas que reducen sus hojas para sobrevivir la sequía estival. Así encontramos un montón de cardos y aliagas que crecen en los campos en agosto. También las plantas que crecen en sitios soleados como esparto, romero, tomillo, lavanda y otras plantas aromáticas reducen sus hojas al mínimo.

SOLUCIONARIO

Fíjate

Observa la figura 2.1, que representa la silueta de la cabeza de tres especies de zorros que viven en tres regiones climáticas diferentes: fría, templada y cálida. Saca tus propias conclusiones:

a. ¿Quiénes soportan mejor el frío, los animales con orejas grandes, o los de orejas pequeñas?

Los animales con orejas pequeñas, que pierden así menos calor. Las orejas amplias son más útiles en climas cálidos ya que contribuyen a disipar mejor el calor corporal y enfrían el cuerpo.

b. Fíjate también en la longitud y anchura del morro, y relaciónalas con el clima más adecuado para cada tipo.

El morro tiene un comportamiento similar al de las orejas, así en climas fríos es corto y ancho, mientras que conforme se calienta el clima se va alargando y estrechando.

c. Da una explicación a la relación que encuentres entre el tamaño de las orejas, la forma del morro y la temperatura ambiente. Como se trata de animales de sangre caliente, tu explicación ha de ir por la línea de la mayor o menor facilidad para intercambiar temperatura con el medio.

B. En los países cálidos abundan los reptiles (lagartos, serpientes...) pero son mas raros en los países muy fríos. ¿Podrías explicar por qué?

Los reptiles son animales ectotermos, cuya temperatura interna depende de la temperatura ambiental. En climas fríos esos animales tienen problemas para conservar el calor y por eso son mucho menos abundantes.

C. ¿Qué les pasaría a las hayas y a los robles si no perdieran sus hojas en invierno? ¿Por qué los pinos no necesitan perder sus hojas en invierno? Cita más ejemplos de árboles de hoja caduca y de árboles de hoja perenne.

Las hojas de hayas o robles con grandes, planas y con muchos conductos de savia. Son muy eficaces para producir la fotosíntesis, pero son también muy sensibles a las temperaturas frías. Al no estar muy protegidas y al tener mucha savia en su interior, se congelarían fácilmente y se dañarían de forma irreversible, como le ocurriría también a arces, castaños, fresnos, chopos, álamos, nogales, cerezos, almendros, manzanos, perales, etc. Los pinos y otros árboles de hoja perenne tienen sus hojas pequeñas, protegidas por capas de ceras y resinas que las aíslan del frío. Otros árboles que no pierden la hoja en invierno son cipreses, sabinas, abetos, algarrobos, encinas, olivos, eucaliptos, etc.

RESUMEN

En el segundo bloque se exponen las **adaptaciones de los vegetales** a suelos extremos, como los **suelos salinos**, las adaptaciones de los animales a la **locomoción**, y las de ambos grupos de seres vivos a los cambios de **luminosidad**.



Adaptaciones a la naturaleza del suelo

La naturaleza del suelo afecta principalmente a las plantas, y de modo indirecto a los animales que se alimentan de ellas. Hay plantas que viven en suelos encharcados, y por tanto muy pobres en aire; para ello, desarrollan tejidos esponjosos que llevan el aire desde el tallo hasta las raíces.

Hay plantas capaces de vivir en suelos muy salinos, cerca del mar o de lagos salados; tienen la savia muy salada. También hay plantas que pueden vivir en suelos con muchos compuestos nitrogenados, como las que viven en lugares con basura orgánica, y otras que viven en suelos ácidos y otras en suelos calizos (fig. 2.4).

Fig. 2.4 a) Planta halófita, la salicornia, que vive en suelos salados; b) Planta nitrófila, el llantén, de lugares con muchos restos orgánicos.

Adaptaciones a la locomoción

La locomoción sobre el suelo se soluciona mediante la reptación o mediante extremidades en forma de patas; a su vez, las patas adaptan sus formas al tipo de locomoción: los animales marchadores apoyan la planta del pie, los corredores solamente los dedos del pie, y los saltadores tienen siempre las extremidades posteriores muy largas (fig. 2.5).

Fijate

Fig. 2.6 Extremidades palmeadas

Observa los picos y patas de las dos aves acuáticas de la figura 4.7. Indica cuál de las dos será nadadora y cuál caminará sobre el fondo; indica también de qué se alimentará cada una, justificando tus respuestas.

Fig. 2.5 Animales saltadores de diferentes grupos zoológicos: grillo, rana, pulga y saltamontes.

La locomoción en el seno del aire se consigue mediante las alas, que son expansiones laminares que oponen mayor resistencia al aire, para compensar así su poca viscosidad. En el caso de las aves, hay además otras adaptaciones, como el hecho de que los huesos sean huecos y que estén cubiertas por plumas, que retienen mucho aire, con lo que su densidad es muy pequeña.

La locomoción sobre el agua (patos, castores) se facilita con las extremidades palmeadas (fig.2.6) y con el plumaje o pelaje embadurnado de ceras que impiden que se moje.

36

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado para describir las adaptaciones de los seres vivos al medio.	Texto
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible.	Relaciona la fecundidad de las gallinas con la duración del día.	Fig. 2.8
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Relaciona forma del pico y de los pies con el tipo vida en las aves acuáticas.	Fíjate Fig. 2.6
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar y realizar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Relaciona la anatomía de los animales con su método de locomoción.	Texto, Act. A



Adaptaciones a la luminosidadd

La intensidad de la luz influye más directamente en las plantas que en los animales, pues éstas viven de la fotosíntesis. Las plantas de lugares sombríos suelen ser de superficie más grande y de menor grosor que las hojas de las plantas de lugares soleados.

Pero también los animales se ven afectados por la intensidad de la luz, y así es conocido que las cucarachas huyen de la luz, y que las aves y mamíferos de hábitos nocturnos poseen adaptaciones para aprovechar mejor la escasa luminosidad, como el fondo de ojo reflectante de los felinos y de los búhos (fig. 2.7).

También afecta a la vida de plantas y animales el número de horas de luz diurna. Hay plantas que sólo florecen en la época del año en que es más larga la noche que el día (plantas de día corto, como los crisantemos), y otras sólo florecen en la época del año en que es más largo el día que la noche (plantas de día largo, como los claveles); muchos árboles y arbustos de hoja caduca, determinan la época de caída de las hojas por la duración del día.

En cuanto a los animales, en muchísimas especies es la duración del día la que determina la época de reproducción (fig. 2.8), y muchas especies migratorias (patos, golondrinas, cigüeñas) fijan el inicio de sus migraciones por la duración de la luz del sol.

Fig. 2.7 El fondo reflectante del ojo de los felinos refleja la escasa luz de la noche y mejora la visión nocturna.

Fig. 2.8 Gráficas que muestran las variaciones de la fecundidad de las gallinas de granja en relación con la duración del día a lo largo del año.

Actividades

A. Observa la figura 2.9; se han representado los esqueletos de las extremidades posteriores de cuatro vertebrados con distinto tipo de locomoción, y se han coloreado del mismo color las partes de la extremidad equivalentes en los cuatro animales. Razona cómo ha de ser la longitud relativa de muslo, pierna y pie, y su modo de apoyar en el suelo, para favorecer la marcha, la carrera y el salto.

B. Los animales que habitan el suelo (lombrices, pequeños insectos...), ¿buscarán o huirán de la luz? Explícalo.

C. Los árboles suelen perder sus hojas antes de que vengan las temperaturas de congelación. ¿Cómo saben que están a punto de llegar dichas temperaturas?

Fig. 2.9 Extremidades posteriores de cuatro vertebrados: hombre, caballo, felino y rana.

37

SOLUCIONARIO

Fíjate

Observa los picos y patas de las dos aves acuáticas de la figura 4.7. Indica cuál de las dos será nadadora y cuál caminará sobre el fondo; indica también de qué se alimentará cada una, justificando tus respuestas.

Las patas con membranas entre los dedos impulsan mejor al ave al nadar, siendo equivalentes a las aletas de buceo, mientras que los dedos alargados que se abren en todas direcciones proporcionan un mejor sustento sobre fondos de fango. El pico ancho y aplanado actúa como una pala, que permite coger mejor plantas o algas del fondo, mientras que el pico aguzado sirve mejor para cazar animales, siendo equivalente al arpón de pesca.

Actividades

A. Observa la figura 2.9; se han representado los esqueletos de las extremidades posteriores de cuatro vertebrados con distinto tipo de locomoción, y se han coloreado del mismo color las partes de la extremidad equivalentes en los cuatro animales. Razona cómo ha de ser la longitud relativa de muslo, pierna y pie, y su modo de apoyar en el suelo, para favorecer la marcha, la carrera y el salto.

La extremidad humana está adaptada a la marcha, ya que apoya todo el pie durante la locomoción. Las patas que reducen al mínimo su apoyo, como la del caballo, están adaptadas a la carrera, al igual que ocurre con la pata del felino. La pata de la rana está adaptada al salto y a la natación.

B. Los animales que habitan el suelo (lombrices, pequeños insectos...), ¿buscarán o huirán de la luz? Explícalo.

Huirán de la luz ya que en su hábitat, el suelo, no llega la luz.

C. Los árboles suelen perder sus hojas antes de que vengan las temperaturas de congelación. ¿Cómo saben que están a punto de llegar dichas temperaturas?

Los árboles caducifolios determinan en realidad la duración del día midiendo la cantidad de luz que reciben, Así, al disminuir el día en otoño, comienza la caída de sus hojas, y con el alargamiento del día en primavera, comienza el rebrote de sus hojas. Luego, en realidad no miden la temperatura ambiental, sino la duración del fotoperiodo.

RESUMEN

Tras las adaptaciones al medio terrestre, es el turno de las correspondientes a las del **medio acuático**. En este apartado se han organizado en función del tipo de vida del organismo, **planctónico**, **bentónico** o **nectónico**. Para todos ellos se resumen las adaptaciones a algunas de las **condiciones** del medio acuático, como la **presión**, la **viscosidad** o la **luminosidad**.



3 Adaptaciones al medio acuático

Las adaptaciones al medio acuático han dado lugar a tres tipos ecológicos de organismos:

- El **plancton**, organismos que flotan en la superficie del agua.
- El **necton**, animales móviles que se desplazan en el seno del agua.
- El **bentos**, organismos fijos en el fondo.

Veremos las principales adaptaciones de cada uno de estos tipos de organismos.

Adaptaciones de los organismos planctónicos

Se trata de microorganismos que forman el llamado *plancton*, y de algas flotadoras, y de medusas. El *plancton*, a su vez, está formado por algas unicelulares, protozoos y crustáceos microscópicos denominados copépodos (fig. 3.2). Para flotar en el agua se requieren principalmente las siguientes adaptaciones:

- **La densidad de su cuerpo será similar a la del agua**, por lo que no desarrollarán estructuras esqueléticas pesadas; las algas flotadoras y las medusas no tienen esqueleto, y algunas algas desarrollan flotadores, como bolsas de aire, para disminuir su densidad; algunos microorganismos sí tienen caparazón, como las algas diatomeas y algunos protozoos (fig. 3.1), pero dado su pequeño tamaño, no vencen la viscosidad del agua y siguen flotando pasivamente.
- **Desarrollan superficies y estructuras filamentosas**, para aumentar su rozamiento con el agua y no vencer su viscosidad; las algas flotadoras son filamentosas, y los animales presentan prolongaciones laminares o filamentosas (fig. 3.2).
- **Los animales son transparentes**, para dejar pasar la mayor parte de la luz solar y no calentarse. En cambio las algas son verdes para realizar la fotosíntesis.

Adaptaciones de los organismos nectónicos

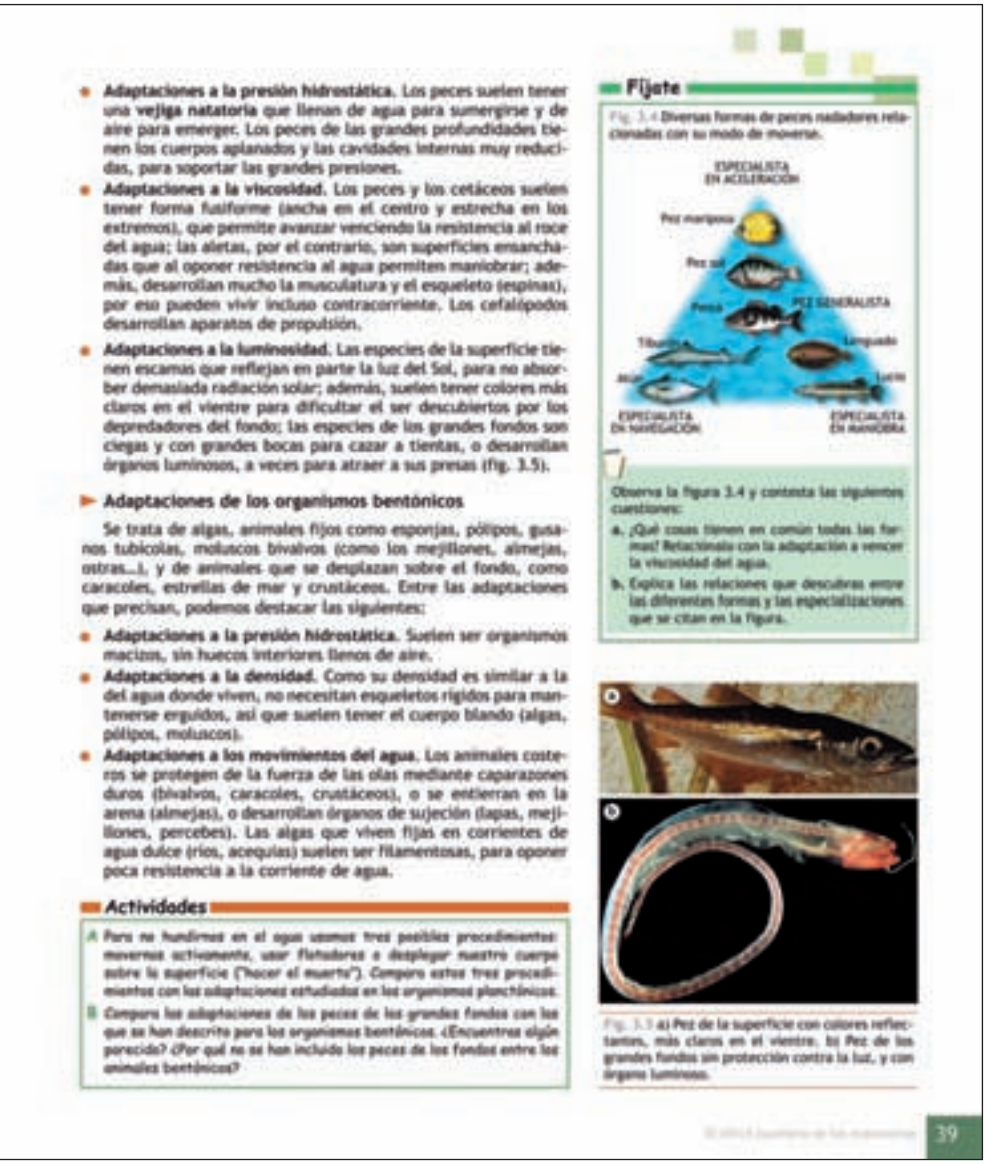
El *necton* está formado principalmente por peces, cefalópodos y cetáceos. Podemos destacar las siguientes adaptaciones:

- **Adaptaciones para respirar.** Gran parte de los animales acuáticos desarrollan **branquias** para respirar, que son formaciones muy ramificadas y de mucha superficie, para aumentar el contacto con el agua y facilitar la captura del oxígeno disuelto. Las branquias pueden ser externas (expansiones fuera del cuerpo, como en los gusanos tubícolas) o internas (cubiertas por alguna estructura protectora, como en los peces) (fig. 3.3).
- **Adaptaciones a la salinidad**, pues las especies de agua dulce no pueden vivir en el mar y al revés, si bien hay especies capaces de adaptarse a los dos ambientes, como la anguila y el salmón.

38

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado para describir las adaptaciones al medio acuático.	Texto y Activ.
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Identifica los tres tipos de organismos adaptados al medio acuático y sus principales características.	Texto, Act A
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Relaciona la forma del cuerpo y de las aletas de un pez con su natación .	Fíjate Fig. 3.4
		Compara las adaptaciones de los peces bentónicos con las de otros organismos de ese medio.	Act. B



- **Adaptaciones a la presión hidrostática.** Los peces suelen tener una **vejiga natatoria** que llenan de agua para sumergirse y de aire para emerger. Los peces de las grandes profundidades tienen los cuerpos aplanados y las cavidades internas muy reducidas, para soportar las grandes presiones.
- **Adaptaciones a la viscosidad.** Los peces y los cetáceos suelen tener forma fusiforme (ancha en el centro y estrecha en los extremos), que permite avanzar venciendo la resistencia al roce del agua; las aletas, por el contrario, son superficies ensanchadas que al oponer resistencia al agua permiten maniobrar; además, desarrollan mucho la musculatura y el esqueleto (espinas), por eso pueden vivir incluso contracorriente. Los cefalópodos desarrollan aparatos de propulsión.
- **Adaptaciones a la luminosidad.** Las especies de la superficie tienen escamas que reflejan en parte la luz del Sol, para no absorber demasiada radiación solar; además, suelen tener colores más claros en el vientre para dificultar el ser descubiertos por los depredadores del fondo; las especies de los grandes fondos son ciegas y con grandes bocas para cazar a tientas, o desarrollan órganos luminosos, a veces para atraer a sus presas (fig. 3.5).

Adaptaciones de los organismos bentónicos

Se trata de algas, animales fijos como esponjas, pólipos, gusanos tubícolas, moluscos bivalvos (como los mejillones, almejas, ostras...), y de animales que se desplazan sobre el fondo, como caracoles, estrellas de mar y crustáceos. Entre las adaptaciones que precisan, podemos destacar las siguientes:

- **Adaptaciones a la presión hidrostática.** Suelen ser organismos macizos, sin huecos interiores llenos de aire.
- **Adaptaciones a la densidad.** Como su densidad es similar a la del agua donde viven, no necesitan esqueletos rígidos para mantenerse erguidos, así que suelen tener el cuerpo blando (algas, pólipos, moluscos).
- **Adaptaciones a los movimientos del agua.** Los animales costeros se protegen de la fuerza de las olas mediante caparazones duros (bivalvos, caracoles, crustáceos), o se entierran en la arena (almejas), o desarrollan órganos de sujeción (lapas, mejillones, percebes). Las algas que viven fijas en corrientes de agua dulce (ríos, acequias) suelen ser filamentosas, para oponer poca resistencia a la corriente de agua.

Actividades

A Para no hundirnos en el agua usamos tres posibles procedimientos: movernos activamente, usar flotadores o desplegar nuestro cuerpo sobre la superficie ("hacer el muerto"). Compara estos tres procedimientos con las adaptaciones estudiadas en los organismos planctónicos.

B Compara las adaptaciones de los peces de los grandes fondos con las que se han descrito para los organismos bentónicos. ¿Encuentras algún parecido? ¿Por qué no se han incluido los peces de los fondos entre los animales bentónicos?

Fíjate

Fig. 3.4 Diversas formas de peces nadadores relacionadas con su modo de moverse.

Observa la figura 3.4 y contesta las siguientes cuestiones:

a. ¿Qué cosas tienen en común todas las formas? Relaciónalo con la adaptación a vencer la viscosidad del agua.

b. Explica las relaciones que descubras entre las diferentes formas y las especializaciones que se citan en la figura.

Fig. 3.5 a) Pez de la superficie con colores reflectantes, más claros en el vientre. b) Pez de los grandes fondos sin protección contra la luz, y con órganos luminosos.

SOLUCIONARIO

Fíjate

Observa la figura 3.4 y contesta las siguientes cuestiones:

a. ¿Qué cosas tienen en común todas las formas? Relaciónalo con la adaptación a vencer de la viscosidad del agua.

Todas las formas son fusiformes para reducir la resistencia del agua cuando nadan. Todos cuentan también con superficies planas, las aletas, para impulsarse en el agua.

b. Explica las relaciones que descubras entre las diferentes formas y las especializaciones que se citan en la figura.

Los especialistas en acelerar cuentan con una superficie plana muy amplia en la parte posterior del cuerpo, para que el impulso sea máximo al moverla. Los especialistas en maniobra cuentan con aletas repartidas a todo lo largo del cuerpo, cuyo movimiento coordinado les permite cambiar rápidamente de dirección. Por último, Los especialistas en navegación cuentan con un cuerpo muy fusiforme y con una gran aleta caudal para impulsarse.

Actividades

A. Para no hundirnos en el agua usamos tres posibles procedimientos: movernos activamente, usar flotadores o desplegar nuestro cuerpo sobre la superficie ("hacer el muerto"). Compara estos tres procedimientos con las adaptaciones estudiadas en los organismos planctónicos.

El movimiento activo es propio de los animales nectónicos, pero también, aunque no lo cite el texto, de muchas algas unicelulares como las diatomeas o los dinoflagelados. Nuestros flotadores equivalen a las vesículas de gas de algunas algas y a estructuras del plancton. Los apéndices que sobresalen sirven también para aumentar la flotabilidad y serían equivalentes a la posición de nuestros brazos cuando "hacemos el muerto"; son también estructuras planctónicas.

B. Compara las adaptaciones de los peces de los grandes fondos con las que se han descrito para los organismos bentónicos. ¿Encuentras algún parecido? ¿Por qué no se han incluido los peces de los fondos entre los animales bentónicos?

Los peces de los grandes fondos son organismos que nadan a gran profundidad, o sea son organismos nectónicos y no pueden ser considerados como bentónicos.

RESUMEN

La **sucesión ecológica** consiste en la modificación de los ecosistemas con el paso del tiempo. Se estudian las diferentes fases por las que pasa un ecosistema virgen hasta llegar al clímax ecológico. Por último se estudia la **regresión ecológica**, preludio del estudio de algunas de las consecuencias de nuestras acciones sobre el medio ambiente.



4 La sucesión ecológica

Fig. 4.1 Pinos canarios en la Caldera de Taburiente, uno de los parajes más hermosos de las islas Canarias.

Conforme va transcurriendo el tiempo, los ecosistemas se transforman progresivamente unos en otros. Al final del proceso se forma el ecosistema más desarrollado que permitan las condiciones del medio. Así un bosque maduro no tendrá el mismo desarrollo en una zona ecuatorial, que en un clima mediterráneo o en clima frío.

A este **cambio progresivo se le denomina la sucesión ecológica.** Si empezamos desde cero en un ecosistema virgen (fig 4.2) hablamos de la **sucesión primaria.** Esta sucesión ecológica se realiza en varias fases:

- En un primer momento aparecen las especies **oportunistas**, también llamadas colonizadoras. Son especies con una gran tasa de reproducción que son capaces de sobrevivir sin grandes requerimientos ambientales. En esta primera etapa la producción vegetal es muy baja y hay pocos animales, representados sobre todo por invertebrados: insectos en los ecosistemas terrestres y esponjas, moluscos y crustáceos en ecosistemas acuáticos.
- Conforme van colonizando el medio, van transformando el ecosistema. La producción vegetal aumenta y aumenta también progresivamente la biomasa de consumidores. Durante este proceso aumenta la **biodiversidad**, el número de especies distintas que lo habitan.
- En la fase final del proceso se alcanza el **clímax ecológico**, el máximo grado de desarrollo de ese ecosistema. La biodiversidad es máxima, aparecen un gran número de especies distintas y el ecosistema sencillo del inicio se ha transformado en un ecosistema complejo.

Fig. 4.2 Ejemplo de una sucesión primaria: la colonización de una isla volcánica

40

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.2. Estructurar el conocimiento dando coherencia y cohesión al discurso.	Describe la sucesión ecológica que transforma un lago en un bosque.	Fíjate Fig. 4.3
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Identifica las fases de una sucesión ecológica.	Act. A
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Describe las características de los organismos colonizadores.	Act. B
		Describe el papel de los vegetales lacustres en la transformación de un lago.	Act. C
	III.8. Ser consciente de la influencia que tiene la presencia de las personas en el espacio, su asentamiento, su actividad, las modificaciones que introducen y los paisajes resultantes.	Reconoce algunas causas antrópicas de regresión ecológica.	Act. D
IV. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y COMPETENCIA DIGITAL	III.1. Buscar, analizar, seleccionar, registrar, tratar, transmitir, utilizar y comunicar la información por medio de técnicas y estrategias específicas para informarse, aprender y comunicarse.	Busca infomación sobre ejemplos de regresión ecológica.	Act. D



Los cambios de ecosistema

La sucesión ecológica puede también transformar un ecosistema en otro diferente, al cambiar las condiciones ambientales. El ejemplo más conocido de este fenómeno es la transformación de un lago, un ecosistema acuático, en un bosque, un ecosistema terrestre (fig. 4.3).

LA REGRESIÓN ECOLÓGICA

Este fenómeno es justo el contrario del de la sucesión. En la **regresión ecológica un ecosistema maduro desaparece total o parcialmente** y, en su lugar, aparece un ecosistema mucho más simple, con menor número de especies y sometido a mayores variaciones estacionales.

Aunque se puede producir por causas naturales, la gran mayoría de las regresiones ecológicas actuales están provocadas por la actividad humana:

- Las **actividades agrícolas** han supuesto la alteración de extensas áreas naturales, en las que ahora solo crecen unas pocas especies agrícolas y de las que se han erradicado un gran número de especies salvajes.
- La **sobreexplotación** de la naturaleza, como ocurre actualmente en bosques o en pesquerías, está provocando la extinción de numerosas especies por todo el mundo. La caza indiscriminada de especies con fines comerciales ha llevado al borde de la extinción a muchas especies.
- La **contaminación** del agua y del terreno erradica a un gran número de especies animales y vegetales, sobreviviendo solamente aquellas capaces de resistirla.

Estos ecosistemas alterados pueden recuperarse si cesa la alteración. Cuando un ecosistema alterado recupera en parte sus condiciones iniciales, la sucesión no parte desde cero. Se habla entonces de la **sucesión secundaria** (fig. 4.4), que no siempre es posible, ya que si los daños producidos son graves y afectan a amplias zonas, los ecosistemas se pierden irremediablemente.

Fig. 4.4 Un ejemplo de sucesión secundaria.

Fíjate

Fig. 4.3 Etapas de la transformación de un lago en un bosque.

a. ¿Describe lo que muestran las cuatro imágenes.
b. ¿Qué podría acelerar el proceso y facilitar la transformación?
c. ¿Y que podría frenar este proceso, incluso detenerlo?

Actividades

A Resume las diferentes etapas de una sucesión primaria. ¿Qué la diferencia de una sucesión secundaria?

B En una sucesión primaria, ¿los primeros organismos oportunistas que aparecen serán generalistas (de nicho amplio) o especialistas? Justifica tu respuesta.

C ¿Qué papel juegan los vegetales lacustres en el proceso que se muestra en la fig. 4.3?

D Pon dos ejemplos de regresión ecológica de tu región. Explica las causas que han provocado esa regresión y las razones que han motivado esta actuación.

41

Fíjate

a. Describe lo que muestran las cuatro imágenes.

Las cuatro imágenes muestran como un lago se va rellenando progresivamente de sedimentos, para transformarse primero en una zona pantanosa y, más tarde en un bosque.

b. ¿Qué podría acelerar el proceso y facilitar la transformación?

Cualquier fenómeno que acelere la sedimentación de materiales en el lago como un aumento de la erosión en las zonas que rodean al lago o una disminución de la corriente que arrastre los materiales fuera del lago.

c. ¿Y que podría frenar este proceso, incluso detenerlo?

Cualquier fenómeno que frene la sedimentación como una disminución de la erosión en las zonas que los rodean o una reactivación de la erosión del fondo del lago por un aumento de la pendiente del río que sale de él.

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Resume las diferentes etapas de una sucesión primaria. ¿Qué la diferencia de una sucesión secundaria?

En una sucesión primaria, sobre un hábitat virgen actúan los agentes geológicos y los organismos colonizadores, que son los primeros que se asientan en él. Con el paso del tiempo, lo van trasformando y van apareciendo nuevas especies, aumentando la biodiversidad y la producción. Esta transformación progresiva sigue hasta que el ecosistema alcanza el estado de clímax ecológico, donde la diversidad y la producción son máximas, aunque a veces factores externos pueden interrumpir la sucesión.

En el caso de una sucesión secundaria, el proceso no empieza de cero, ya que se parte de un ecosistema más o menos degradado, y algunas de las lentas etapas iniciales de transformación del hábitat no son necesarias.

B. En una sucesión primaria, ¿los primeros organismos oportunistas que aparecen serán generalistas (de nicho amplio) o especialistas? Justifica tu respuesta.

Son generalistas, de nicho amplio, ya que deben sobrevivir en condiciones muy variables.

C. ¿Qué papel juegan los vegetales lacustres en el proceso que se muestra en la fig. 4.3?

Los vegetales lacustres juegan un papel fundamental: contribuyen a retener los sedimentos en el fondo y al mismo tiempo reducen los efectos de corrientes erosivas. Con ello aceleran el proceso de relleno del lago.

D. Pon dos ejemplos de regresión ecológica de tu región. Explica las causas que han provocado esa regresión y los beneficios que han motivado esta actuación.

Los ejemplos cambian de una región a otra, pero siempre podemos encontrar cerca de cualquier ciudad regresiones ecológicas provocadas por transformación en campos de cultivo, pastos o zonas de explotación maderera, urbanización del entorno (urbanizaciones, áreas recreativas, polígonos industriales, etc.), explotación de recursos naturales o contaminación. Lo más importante de esta respuesta sería que el alumnado tomara conciencia de que la explotación de la naturaleza no es gratuita y supone un coste ambiental.


5 El suelo

PERFIL DE UN SUELO MADURO

Fíjate

Actividades

RESUMEN

El **suelo** se estudia desde su origen, como un ejemplo de sucesión ecológica. Tras describir los cambios en la **presencia de vegetación** a lo largo de este proceso, se detalla el **perfil** de un suelo maduro, con sus **horizontes** bien desarrollados. De cada horizonte se especifican su posición y sus características.

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado para describir los procesos relacionados con el suelo	Texto, Fíjate Fig. 5.2
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Describe el proceso de formación de un suelo maduro.	Fíjate Fig. 5.2, Act A
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Identifica el tipo de sucesion: primaria o secundaria.	Act. B
	III.10. Conocer los conceptos, principios y leyes de las ciencias de la naturaleza así como los instrumentos y métodos empleados para la construcción del conocimiento científico.	Relaciona el mantenimiento de vegetación con el reciclaje de la materia del ecosistema.	Act. C
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar y realizar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Realiza un dibujo de un corte vertical de un suelo y describe sus capas.	Act. D

SOLUCIONARIO

Fíjate

Observa este esquema y contesta a las siguientes preguntas:

a. ¿Qué representa este esquema?

El esquema representa una sucesión ecológica, muestra como aumenta con el paso del tiempo la presencia de vegetación en un suelo, desde las plantas colonizadoras, hasta el desarrollo de un bosque. Al mismo tiempo muestra las modificaciones que se producen en el suelo.

b. Conforme va transcurriendo el tiempo, ¿cómo cambia el suelo?, ¿Y la vegetación que lo cubre?

El suelo va creciendo en profundidad al mismo tiempo que crece el tamaño de la cubierta vegetal. Conforme pasa el tiempo, las plantas colonizadoras dan paso a una pradera, con el suelo cubierto de hierbas y plantas herbáceas de pequeño tamaño. A continuación aparecen los arbustos, que al final darán paso al bosque.

c. En muchas regiones, esta sucesión se detiene antes de alcanzar el estado de bosque. ¿Encuentras alguna razón?

Solo se alcanzará el tamaño de bosque si las condiciones naturales lo permiten, así, en áreas muy frías o muy secas no se llegara a desarrollar nunca. Pero también nuestras acciones pueden frenar ese desarrollo al favorecer el desarrollo de pastos, o dificultar de alguna manera el crecimiento de los árboles (talas, incendios, etc.).

d. Busca en el texto de la página siguiente que significan las letras que muestra el dibujo.

Representan diferentes capas, u horizontes, del suelo. La A representa el horizonte de lavado o de eluviación, la capa que pierde compuestos solubles por su paso a las raíces o su transporte a capas inferiores. La B representa el horizonte de depósito o de inluviación, en él que se acumulan parte de los compuestos arrastrados desde el horizonte superior. La C representa el de de roca disgregada, compuesto por roca meteorizada.

Actividades

A. Describe los diferentes pasos que conducen a la formación de un suelo maduro.

El suelo comienza con la meteorización de materiales y el crecimiento de microorganismos (bacterias y hongos). Más tarde se instalan pequeños vegetales, cuyas raicillas retienen estos materiales sueltos y evitan que sean arrastrados y, por otro lado, contribuyen a acelerar el proceso de meteorización. Al crecer esta capa de materiales sueltos pueden aparecer vegetales de mayor tamaño, con mayores raíces y, por lo tanto con mayor de retención y de meteorización, con lo que el suelo crece en profundidad, y así sucesivamente hasta alcanzar el clímax ecológico.

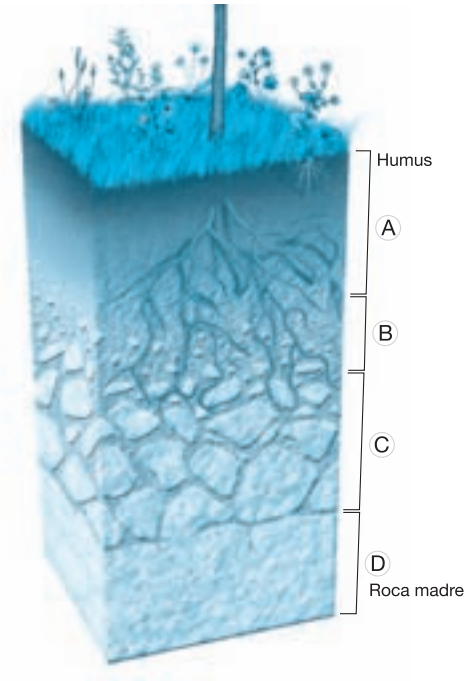
B. La fig. 5.1, ¿es una sucesión primaria o secundaria? Podrías poner un ejemplo de sucesión secundaria relacionada con los suelos.

La figura 5.1 representa una sucesión primaria, ya que partimos de una roca (la "roca madre") en el desarrollo del suelo.

C. Si la vegetación consume los nutrientes del suelo, ¿por qué no se muere tras agotarlos? Justifica tu respuesta.

Los nutrientes que consumen los vegetales los incorporan a la materia que producen. Los restos vegetales y animales se acumulan en el suelo formando la capa de humus, cuya descomposición libera esos compuestos de nuevo al medio para que los puedan absorber de nuevo los vegetales. Es un proceso de reciclaje ya estudiado en el tema anterior.

D. Haz un corte vertical de un suelo, sitúa sobre él todos los horizontes y anote las características más relevantes.



Horizonte 0, que está formado por los restos vegetales que se acumulan sobre el suelo. Los descomponedores actúan sobre ellos y los transforman en humus, que enriquece el suelo en nutrientes, abonando de forma natural el suelo.

Horizonte A o de eluviación, también llamado horizonte de lavado. El agua de lluvia arrastra los compuestos solubles de ese horizonte. Aquellos compuestos necesarios para realizar la fotosíntesis pasan a las raíces de los vegetales, y se incorporan a la materia orgánica producida. Su primera parte (A1) suele ser de color oscuro por el humus que se introduce en él. La presencia de raíces es máxima y en él vive una parte importante de la fauna del suelo (fauna edáfica) que lo mantiene esponjoso. Los compuestos disueltos que no son absorbidos se transportan hacia el horizonte B.

Horizonte B o de iluviación, también llamado horizonte de depósito. En él se acumulan parte de los compuestos arrastrados desde el horizonte superior. Es común el depósito de sales y óxidos metálicos. En él sólo encontramos las raíces más profundas.

Horizonte C o de roca disgregada, compuesto por roca meteorizada.

Horizonte D, o de roca madre, está formado por la roca sin alterar que forma la base del suelo.

RESUMEN

La última parte del Tema detalla **problemas medioambientales**. Se empieza directamente con problemas asociados al suelo como son la **deforestación** y la **erosión** del suelo. Tras detallar algunas causas de la degradación y pérdida de suelos fértiles, se termina planteando la **desertización**, como consecuencia fundamental de la pérdida de suelo.



6 La deforestación y la erosión de los suelos

Los suelos mantienen sus propiedades gracias a la presencia de los vegetales que los originaron y de los animales (fauna edáfica) y de los microorganismos que viven en él:

- Mantienen una **producción vegetal continua**, al reciclarse la materia orgánica muerta que proporciona nutrientes para que sigan creciendo nuevos vegetales.
- Las raíces y la fauna edáfica los mantienen porosos, permitiendo una **mayor absorción de agua de lluvia**, lo que beneficia a los vegetales y ayuda a recargar los acuíferos subterráneos.
- La presencia de raíces **frena el proceso de erosión** y, al mantener su porosidad, los suelos retienen parte del agua de lluvia disminuyendo el riesgo de inundaciones.

Fig. 6.1 Las raíces de los vegetales contribuyen a mantener el suelo.

Fig. 6.2 Tras la cosecha, el suelo agrícola se puede erosionar fácilmente.

Fig. 6.3 La erosión en España.

LA PÉRDIDA DE SUELOS FÉRTILES

Una parte importante de los suelos del mundo están sufriendo o han sufrido ya un proceso de **degradación al perder sus propiedades originales**. Las causas son muy diversas, pero las más comunes son:

- La **contaminación** de los suelos por vertidos de sustancias tóxicas que dificultan el crecimiento de la vegetación.
- El **agotamiento** del suelo por la **agricultura** ya que, al retirar del ecosistema los productos agrícolas se impide que se recicle la materia orgánica y el suelo va perdiendo progresivamente nutrientes. Por ello, en muchos cultivos es necesario abonar el terreno si se quiere garantizar la cosecha.
- La **deforestación**, o sea, la pérdida de la cubierta vegetal deja al suelo desprotegido frente a la erosión. Esta deforestación está causada por la tala masiva de bosques para aprovechar la madera, por los incendios forestales o por la transformación de un bosque en campos de cultivo, en pastos o en urbanizaciones. En muchos cultivos agrícolas, después de recoger la cosecha y antes de que vuelva a crecer el cultivo, el suelo queda desprotegido.

La erosión del suelo

El fenómeno más grave que puede sufrir un suelo es su erosión. Recuerda que **los materiales disgregados del suelo permanecen retenidos por las raíces de los vegetales**, que forman una especie de malla tridimensional. Si desaparecen esas raíces, los materiales quedan sueltos y los agentes geológicos externos como la lluvia o el viento los arrastran con facilidad. Se produce la erosión del suelo.

44

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Diferencia entre deforestación y erosión.	Act. B
	III.8. Ser consciente de la influencia que tiene la presencia de las personas en el espacio, su asentamiento, su actividad, las modificaciones que introducen y los paisajes resultantes.	Describe la influencia humana en los procesos de pérdida de suelos fértiles y en la desertización.	Texto, Act. C
	III.9. Cuidar del medio ambiente y usar responsablemente los recursos naturales con criterios de sostenibilidad.	Resume las ventajas de mantener los suelos maduros.	Act. A
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar y realizar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Compara la erosión con el riesgo de desertización en España.	Act. D



La pérdida de suelo por erosión comienza por las capas más superficiales, que son precisamente las más ricas en nutrientes. Una vez perdido el horizonte A, la recuperación del suelo es mucho más lenta, ya que solo pueden crecer especies colonizadoras. Los dos factores que aceleran la erosión de un suelo son:

- La **pendiente** del terreno, que favorece la circulación rápida del agua por la superficie y, con ello, el arrastre de materiales.
- Las **lluvias intensas**, que hacen que circule más agua por la superficie y menos por el subsuelo.

LA DESERTIZACIÓN

La desertización se produce como consecuencia de la erosión del suelo. Es un fenómeno típico en climas semiáridos o que tengan una marcada estación seca. En esos climas, se producen lluvias intensas y el agua no se infiltra en el suelo, sino que discurre por la superficie, provocando variaciones importantes del caudal de ríos y torrentes. Al perderse la capa de suelo se frena la infiltración: el suelo retiene poca agua y, a pesar de las lluvias, la vegetación crece con dificultad. Se entra en una espiral en la que progresivamente el terreno se asemeja más a un desierto (fig. 6.4). Algunas acciones humanas están favoreciendo la desertización de amplias regiones del mundo:

- El **exceso de pastoreo** en estepas secas termina por agotar la hierba y los matorrales que son el único freno a la erosión.
- La **reconversión de terrenos en cultivos**, sobre todo de secano, deja el suelo desprotegido desde la cosecha hasta que el cultivo sembrado vuelve a crecer.
- La **tala masiva de bosques** para utilizar la madera, para aumentar la superficie agrícola o para urbanizar el terreno, acelera la desertización.
- Los **incendios forestales** destruyen todos los años bosques maduros o en regeneración y contribuyen a la desertización del terreno.

El problema de la desertización es uno de los grandes problemas a los que nos enfrentamos en la actualidad (fig. 6.5). Desde organismos internacionales y nacionales se ha diseñado un Plan de Lucha contra la Desertización.

Actividades

A. Resume las ventajas de mantener un suelo maduro en una región y explica brevemente las causas más comunes de pérdida de suelos en el mundo.

B. Diferencia entre deforestación y erosión. ¿Qué fenómeno ocurre primero?

C. ¿Qué hace falta para que se produzca una desertización del terreno? La desertización, ¿sólo se produce en climas desérticos? Justifica tu respuesta.

D. Compara los mapas de las figuras 6.3 y 6.5. ¿Qué puedes deducir?

Fig. 6.4 Imagen de un terreno erosionado por la ausencia de vegetación.

Fig. 6.5 El riesgo de desertización en España.

45

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Resume las ventajas de mantener un suelo maduro en una región y explica brevemente las causas más comunes de pérdida de suelos en el mundo.

Las ventajas de mantener suelos maduros son varias: proporciona nutrientes para que sigan creciendo nuevos vegetales al reciclar la materia orgánica muerta, permite una mayor absorción de agua de lluvia que ayuda a recargar los acuíferos subterráneos y la presencia de raíces frena el proceso de erosión y, al mantener su porosidad, los suelos retienen parte del agua de lluvia disminuyendo el riesgo de inundaciones.

Las causas más comunes de desaparición de suelos maduros son la contaminación de los suelos por vertidos de sustancias tóxicas que dificultan el crecimiento de la vegetación, el agotamiento del suelo por prácticas agrícolas abusivas, la deforestación causada por la explotación de bosques o los incendios forestales y la erosión.

B. Diferencia entre deforestación y erosión. ¿Qué fenómeno suele ocurrir primero?

La deforestación es la pérdida de la cubierta vegetal de un suelo por diversas causas (tala, incendios, reconversión de bosques en campos de cultivo, etc.) mientras que la erosión es la pérdida de suelo por los agentes geológicos externos. Ambos fenómenos están muy relacionados entre sí, ya que las raíces de los vegetales retienen los materiales disgregados del suelo y, si desaparecen, el suelo se erosiona. Suele preceder la deforestación a la erosión, que es su consecuencia.

C. ¿Qué hace falta para que se produzca una desertización del terreno? La desertización, ¿sólo parece en climas desérticos? Justifica tu respuesta.

Que se elimine la vegetación y, con ello, el desarrollo del suelo en regiones de climas con estación seca, luego no es necesario un clima desértico. Un buen ejemplo es el caso de España, con un grave riesgo de desertización en regiones que no tienen un clima desértico.

D. Compara los mapas de las figuras 6.3 y 6.5. ¿Qué puedes deducir?

Que existe una relación directa entre erosión y desertización: la erosión elimina el suelo fértil, con lo que la vegetación crece con mayor dificultad y entramos en la desertización progresiva del terreno, al potenciarse ambos fenómenos.

RESUMEN

Los **incendios forestales** ocupan un apartado completo, por su persistencia en el área mediterránea. Se estudian en primer lugar las especies pirófitas, de los bosques mediterráneos, que crecen bien tras un incendio. A continuación, se detallan las causas de los incendios forestales en España y las medidas de lucha contra ellos.



7 Los incendios forestales

Entre las causas responsables de la deforestación están los incendios forestales, un problema que afecta todos los años a los bosques de regiones muy dispares del mundo como las de clima mediterráneo o los bosques tropicales. En general **afectan a cualquier región del mundo cuyo clima cuente con una estación seca y cálida.** La sequedad del aire y del suelo durante esta estación favorecen los incendios, así como su rápida propagación por el bosque.

Los incendios forestales producen un impacto muy grave en cualquier ecosistema, ya que destruyen rápidamente la biomasa vegetal y a muchos animales que no pueden huir. Sin embargo en algunos ecosistemas, como los mediterráneos, constituyen un fenómeno natural, que ocurre periódicamente y que ayuda a reciclar los nutrientes.

Las plantas pirofitas

Las **pirofitas** (del griego *piros* = fuego, *fitos* = planta) son un grupo de especies vegetales que **crecen muy bien en el suelo tras el incendio.** Son plantas **heliófilas,** que necesitan recibir directamente la luz del sol para crecer, como los pinos de la Península Ibérica. La presencia de un bosque tupido impide su desarrollo y, así, bajo un pino adulto no pueden crecer pinos jóvenes que renueven el bosque.

Para estas especies, un **incendio localizado favorece su presencia en el ecosistema,** al despejar el terreno y al incorporar rápidamente nutrientes al suelo (fig. 7.2). En el caso de los pinos, garantizan su renovación al eliminar los individuos envejecidos y permitir el crecimiento de pinos jóvenes o pimpollos.

Las ventajas son tan grandes que incluso llegan a desarrollar adaptaciones para favorecer el desarrollo del incendio: la pinocha arde muy bien, así como las piñas que, además, saltan una vez incendiadas de un árbol a otro, los piñones germinan más rápido si han sufrido un calentamiento brusco por el incendio y los pimpollos crecen muy bien en un suelo rico en cenizas. Son especies **pirófitas.**

Sin embargo, para la gran mayoría de las especies, el incendio supone un grave perjuicio por lo que han desarrollado adaptaciones para defenderse de él. Por ejemplo, rebrotan de las raíces, que no se ven tan afectadas por el calor, o se cubren de cortezas protectoras que las aíslan del fuego. La **encina** o el **alcornoque,** por ejemplo, son de este tipo: su tronco está recubierto de una capa protectora y el árbol rebrota rápidamente tras el incendio.

En un bosque sin alterar, las especies pirófitas coexisten con las que no lo son. Cuando se produce un incendio afecta sólo a parte del ecosistema y no adquiere grandes dimensiones.

46

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible.	Interpreta diagramas de barras sobre incendios forestales en España.	Fíjate Act. 7.3
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Describe las características y consecuencias de los incendios forestales en bosques mixtos.	Act. A
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Razona la importancia de actuar rápidamente en caso de incendio forestal.	Act. B
	III.8. Ser consciente de la influencia que tiene la presencia de las personas en el espacio, su asentamiento, su actividad, las modificaciones que introducen y los paisajes resultantes.	Reconoce la influencia humana entre las causas más comunes de los incendios.	Texto



LOS INCENDIOS FORESTALES EN ESPAÑA

Todos los veranos, España se enfrenta a una oleada de incendios forestales que contribuyen a su deforestación. La gran mayoría de esos incendios son debidos a la intervención humana y más del 60 % de ellos son intencionados. Entre las causas más comunes están:

- Las **imprudencias**, como la quema de rastrojos o las hogueras mal apagadas y la contaminación (vidrios rotos que actúan de lentes, etc.). La apertura de caminos forestales y la popularización del automóvil todo terreno facilitan la visita de personas, muchas veces sin una verdadera conciencia de las consecuencias de sus acciones.
- El "**stress hídrico**" de los árboles favorece su desecación en verano y aumenta el riesgo de incendios.
- El **abandono del medio rural** y, con ello, de tareas como el pastoreo y la recogida de leña provocan una acumulación de restos vegetales bajo los árboles, una materia fácilmente combustible.
- Los **errores en la repoblación**, plantando una sola especie de crecimiento rápido, como los pinos, en detrimento de un bosque más variado y, por lo tanto, más difícil de quemarse en su totalidad.
- El **lucro**, que busca destruir un paraje natural para obtener beneficios como la recalificación del terreno para poder urbanizarlo.

La lucha contra los incendios forestales

Las consecuencias tan negativas que suponen los incendios forestales hacen necesaria una lucha anual para intentar frenarlos. Entre las medidas que se aplican están:

- La **rápida detección** de los incendios, usando una red de vigilancia y retenes permanentes de agentes forestales para intentar controlarlo antes de que se estienda.
- La utilización de **medios aéreos** (hidroaviones y helicópteros) y **terrestres** (camiones, cortafuegos, etc.) para reducir al mínimo la superficie quemada
- Las tareas de **mantenimiento del bosque** en invierno, como la recogida de restos vegetales o la tala selectiva.
- La **repoblación con especies resistentes** al fuego, para evitar a medio plazo (30-50 años) los incendios.

Pero, a pesar de la aplicación de estas medidas, los datos demuestran que el problema de los incendios forestales en España (fig. 7.3), y en los restantes países mediterráneos está lejos de solucionarse.

Fíjate

Fig. 7.3 Evolución de los incendios forestales en España (gráfica superior) y de su coste económico (gráfica inferior).

a. Observa la gráfica superior y describe que tendencia han mostrado los incendios forestales en España en estos años. Realiza lo mismo con la gráfica inferior.

b. Compara ambas gráficas y extrae conclusiones.

Actividades

A. Observa la fig. 7.2 y describe como se comportan frente a un incendio los pinos y las encinas. ¿Qué ocurriría si el bosque fuera solo de pinos?

B. ¿Por qué una de las medidas más importantes contra los incendios forestales es la detección rápida del incendio?

47

SOLUCIONARIO

Fíjate

a. Observa la gráfica superior y describe que tendencia han mostrado los incendios forestales en España en estos años. Realiza lo mismo con la gráfica inferior.

Aunque la evolución de los incendios forestales varía de un año a otro, a veces aumentando y a veces disminuyendo, si comparamos el periodo 1996-2000 con el 2001-2005, vemos que en es este segundo periodo los incendios han afectado por término medio a una superficie mayor que el periodo anterior, o sea que ha aumentado al superficie afectada, tanto arbolada como no arbolada.

Algo similar ocurre con las pérdidas económicas en productos primarios (recursos naturales) y en beneficios ambientales: las del segundo periodo son muy superiores a las del primer periodo.

b. Compara ambas gráficas y extrae conclusiones.

Como se ve, hay una evolución negativa de los incendios que, con variaciones anuales, crecen en extensión y generan mayores pérdidas económicas.

Actividades

A. Observa la fig. 7.2 y describe como se comportan frente a un incendio los pinos y las encinas. ¿Qué ocurriría si el bosque fuera solo de pinos?

Los pinos son plantas pirofitas, ya que el incendio despeja el terreno y facilita su renovación al ser una planta heliófila: la pinocha arde muy bien, así como las piñas que, además, saltan una vez incendiadas de un árbol a otro, los piñones germinan más rápido si han sufrido un calentamiento brusco por el incendio y los pimpollos crecen muy bien en un suelo rico en cenizas. Las encinas son plantas umbrófilas, que crecen bien a la sombra de otras encinas. Por eso un incendio dificulta su crecimiento e intentan reducir sus efectos recubriéndose de una corteza protectora y rebrotando rápidamente tras el incendio. La presencia de masas de este tipo de árboles frena la extensión del incendio forestal.

En condiciones naturales, el bosque debe ser un bosque mixto de muchas especies de árboles y arbustos, algunas pirofitas y otras no. Un bosque formado solo por pinos no tiene barreras naturales al incendio.

B. ¿Por qué una de las medidas más importantes contra los incendios forestales es la detección rápida del incendio?

Por la facilidad que supone apagar un incendio en la primera fase.

RESUMEN

El último apartado resume algunos de los principales **problemas medioambientales** a los que se enfrenta actualmente la humanidad. El primero planteado es el **calentamiento climático**, del que se explican sus causas y sus principales consecuencias. El siguiente problema planteado es la **obtención de agua potable**, un bien al que no tienen acceso casi un tercio de la población mundial. La falta de agua potable se relaciona con la **sobrexplotación de los acuíferos**.



8 Los grandes problemas ambientales

En 1972, un grupo de científicos de disciplinas muy distintas agrupados bajo la denominación de "El Club de Roma", publicaron un estudio, "**Los límites del crecimiento**", sobre las consecuencias que tendrían a largo plazo nuestras acciones sobre la naturaleza. Ese estudio demostraba que los problemas ambientales ya existentes en esa época como la contaminación, la deforestación o la sobreexplotación de recursos naturales, nos conducían a una grave crisis mundial.

El informe fue la primera llamada de atención sobre los problemas medioambientales. Tras ese primer trabajo, un gran número de organismos internacionales han emprendido estudios sobre problemas concretos. Algunos de esos estudios han desembocado en la firma de tratados internacionales por los que los estados se comprometen a frenar la destrucción de la naturaleza y de sus recursos.

Al mismo tiempo, se ha desarrollado una **mayor conciencia ecológica**. Temas que hace 30 años no merecían la atención de la mayoría de los ciudadanos, como la contaminación, el reciclaje o el ahorro de agua y energía, están muy presentes en la sociedad actual. Somos conscientes que nos enfrentamos a graves problemas que requieren soluciones. A continuación te describimos algunos de esos problemas.

Fig. 8.1 La contaminación es un grave problema de la humanidad.

Fíjate

Fig. 8.2 El protocolo de Kyoto establecía una limitación a las emisiones de CO_2 considerando como nivel de partida las emisiones de cada país en 1990.

a. Describe como han evolucionado las emisiones de CO_2 en España y en la media de los países de la Unión Europea (UE-15 y UE-25) desde 1990 hasta el 2005.

b. Justifica si te parece un comportamiento razonable o no.

EL CALENTAMIENTO CLIMÁTICO

Está provocado por la **contaminación atmosférica, sobre todo por el gas CO_2** emitido por el uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural), usados en el transporte y en la producción de electricidad. Es un problema global, que afecta a todo el mundo, pero no todos los países contribuyen de la misma manera al calentamiento global.

El **Protocolo de Kyoto**, firmado en 1997 establece que en el año 2012 los países firmantes deben haber reducido sus emisiones a niveles similares a los de 1990. Sin embargo, el grado de cumplimiento no está siendo el deseado (fig. 8.2). El calentamiento climático provoca que:

- Los **ciclos climáticos se vuelvan más extremos** con sequías más largas seguidas de lluvias más intensas.
- **Suba el nivel del mar** afectando negativamente a las regiones costeras, las más pobladas del mundo.
- La **extensión de enfermedades tropicales** por regiones donde ahora no aparecen.
- La invasión por especies de climas más cálidos que, al no estar regulados, pueden originar plagas.

48

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.2. Estructurar el conocimiento dando coherencia y cohesión al discurso.	Justifica el título del informe del Club de Roma "Los límites del crecimiento".	Act. E
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible.	Describe la gráfica sobre la evolución de las emisiones de CO_2 en España y en la UE.	Fíjate 8.2
	II.4. Utilizar el lenguaje matemático para cuantificar los fenómenos naturales, para analizar causas y consecuencias y para expresar datos e ideas sobre la naturaleza.	Interpreta una tabla comparativa sobre acceso a agua potable y a saneamiento.	Act. B
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.7. A partir del conocimiento del cuerpo humano, de la naturaleza y de la interacción del ser humano con ella, adoptar una disposición a una vida física y mental saludable en un entorno natural y social también saludable, así como desarrollar hábitos de consumo responsable en la vida cotidiana.	Pone ejemplos del aumento de conciencia ecológica de su entorno.	Act. A
	III.9. Cuidar del medio ambiente y usar responsablemente los recursos naturales con criterios de sostenibilidad.	Pone ejemplos de reducción del consumo de agua potable.	Act. D
V. COMPETENCIA SOCIAL Y CIUDADANA	V.6. Contribuir a la construcción de la paz y la democracia.	Relaciona problemas ambientales y económicos.	Act. C



LA OBTENCIÓN DE AGUA POTABLE

Solo una pequeña fracción del agua es dulce, y solo una pequeña parte de esta es potable. **El suministro de agua potable es una de las grandes asignaturas pendientes de la humanidad**, ya que no está garantizado en todo el mundo. Aproximadamente un tercio de la población mundial no tiene acceso a un agua con garantías sanitarias por problemas económicos y de infraestructuras: no sólo hay que disponer de fuentes de agua potable, sino que es necesario llevarla hasta los hogares (fig. 8.3).

La falta de agua potable se agrava **por problemas de contaminación**. En muchas regiones del mundo las ciudades no cuentan con una red de alcantarillado que recoja las aguas residuales y con depuradoras que limpien esas aguas antes de verterlas de nuevo. Los problemas sanitarios son enormes: cada día mueren 4000 menores de cinco años por infecciones trasmitidas por aguas contaminadas (Tabla 8.4).

Fig. 8.3 Lavando en una alcantarilla: no todos tenemos acceso a agua limpia.

	TMM5	% de población con acceso a agua potable		% de población con acceso al saneamiento
		media	urbano vs. rural	
África subsahariana	175	57%	82% vs. 44%	36%
Asia meridional	92	84%	94% vs. 80%	35%
Oriente Medio y África del norte	56	87%	95% vs. 77%	72%
Europa del Este / CEI	41	91%	98% vs. 79%	81%
Asia oriental y el Pacífico	40	78%	92% vs. 68%	50%
América Latina y el Caribe	32	89%	95% vs. 69%	75%
Países industrializados	6	100%	100%	100%

Tabla 8.4 Datos del informe de UNICEF sobre la cobertura del agua y la mortalidad infantil (2006).
TMM5 (tasa de mortalidad de menores de 5 años) es el número de menores muertos por cada 1000 nacimientos.

Otro problema añadido es la **sobreexplotación de las reservas de agua**, sobre todo de los acuíferos subterráneos. En extensas áreas del mundo estos depósitos se están agotando rápidamente. Ante este problema la única solución es el ahorro de agua por:

- Mejora en las **técnicas de riego**, sobre todo aplicando el riego por goteo, ya que la agricultura es la principal consumidora de agua en el mundo.
- **Reutilización del agua** en procesos industriales, depurándola y volviendo a usarla, evitando así también la contaminación.
- **Reducción del consumo** en los hogares, usando electrodomésticos que consuman poca agua, duchándose en vez de bañarse, etc.
- **Mejorando la infiltración** y, con ello, la recarga de acuíferos, por ejemplo, reforestando el terreno.

Actividades

A Pon ejemplos del aumento en la conciencia ecológica en tu ciudad o tu familia.

B Redacta un pequeño informe sobre los datos que más te llaman la atención de la tabla 8.4.

C A la vista de esos datos, ¿crees que hay relación entre problemas ambientales y económicos?

D ¿Qué puedes hacer para reducir el consumo de agua en tu casa? Pon ejemplos diferentes de los citados en el texto.

E ¿Por qué crees que el informe del Club de Roma se tituló "Los límites del crecimiento"?

Fíjate

a. Describe como se han comportado las emisiones de España y de la media de los países de la Unión Europea (UE-15 y UE-25).

La evolución en la emisión de CO_2 es muy diferente en ambos casos. Si se estudia la media de los países de la Unión Europea (UE-15 y UE-25, que incluye las nuevas incorporaciones) se ve que la tendencia es de mantenimiento de las emisiones de CO_2. Sin embargo, España ha ido incrementando año a año sus emisiones hasta sobrepasar con creces los objetivos previstos.

b. Justifica si te parece un comportamiento razonable o no.

El protocolo de Kyoto es el compromiso internacional para frenar las emisiones de gases responsables del calentamiento climático. Al no cumplir con ese protocolo, España se aleja de sus compromisos internacionales sobre protección del medio ambiente, una actitud nada deseable se mire desde el punto de vista que se mire.

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Pon ejemplos del aumento en la conciencia ecológica en tu ciudad o tu familia.

A nivel familiar los ejemplos son múltiples: reducción en el consumo de agua (ducha en vez de baño, cisternas de dos descargas, reducción de la capacidad de la cisterna, adquisición de electrodomésticos más eficaces, utilización de lavadoras y lavavajillas sólo cuando están llenos, etc.), reducción en el consumo energético (bombillas de bajo consumo, uso racional de calefacción y aire acondicionado, etc.), reciclaje de materiales (vidrio, papel, plásticos, metales, etc.). A nivel de ciudad son similares, pero aplicadas a edificios públicos, calles, parques y fuentes, etc.

B. Redacta un pequeño informe sobre los datos que más te llaman la atención de la tabla 8.4.

La primera conclusión es que la situación sanitaria es muy diferente en las distintas regiones del mundo, con una mortalidad infantil casi 30 veces superior en el África subsahariana que en los países desarrollados. Se observa también que, en general, hay una relación entre mortalidad infantil y dos parámetros de calidad de vida: el acceso a agua potable y a saneamiento.

C. A la vista de esos datos, ¿crees que hay relación entre problemas ambientales y económicos?

Sí, el nivel de desarrollo económico marca también el nivel de acceso al agua potable, que requiere inversiones para poder suministrarse a toda la población, y al saneamiento, que requiere inversiones en alcantarillado y en depuradoras. Así el nivel económico condiciona también la mortalidad infantil.

D. ¿Qué puedes hacer para reducir el consumo de agua en tu casa? Pon ejemplos diferentes de los citados en el texto.

Algunas cosas que se pueden hacer: reducir la cantidad de agua que se aloja en la cisterna del water introduciendo una botella llema de agua, apagar el grifo si no se usa (al lavarse los dientes, al fregar, etc.), reducir la duración de las duchas, recoger el agua del aire acondicionado y reutilizarla (para lavar o para la plancha, por ejemplo), si se dispone de un jardín, plantar especies autóctonas que requieran poca agua, etc.

E. ¿Por qué crees que el informe del Club de Roma se tituló "los límites del crecimiento"?

El título hace referencia la problema que planteaba el estudio: si se seguía con la gestión que se estaba haciendo del planeta y de sus recursos, se alcanzaría un punto en el que el crecimiento económico y social se detendría y, a partir de él, disminuiría. Se habría alcanzado el "límite del desarrollo".

RESUMEN

Finalmente se plantean otros cuatro problemas ambientales. De los **residuos sólidos** se explican los tipos principales y la **regla de las tres R** para reducir su impacto. Tras una breve exposición de las consecuencias de la **sobrexplotación de los recursos**, se recuerda la **extinción de las especies**. El último problema planteado es el **crecimiento demográfico** y sus consecuencias. El Tema termina con un recordatorio del concepto de **gestión sostenible**.



Fig. 8.5 Trabajando en un vertedero de basuras.

Fig. 8.6 Los arrecifes de coral son unas de las zonas marinas con mayor necesidad de protección por su biodiversidad.

Fig. 8.7 El lince ibérico es uno de los animales con mayor riesgo de extinción.

LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Una de las características del desarrollo de una sociedad es el aumento de los residuos que genera. Este aumento de residuos está relacionado con el aumento del consumo conforme aumenta el nivel económico de la sociedad. Los residuos generados se acumulan en vertederos y contribuyen a la contaminación del entorno. Entre los residuos más contaminantes están:

- **Los residuos sólidos urbanos**, que son las basuras que generamos en nuestras casas. Son residuos muy heterogéneos, que incluyen restos de alimentos, aceites usados, papel, vidrio y metales.
- **Los residuos industriales y tecnológicos**, que son residuos producidos por la industria y por los aparatos usados. Muchos de ellos son muy tóxicos porque incluyen metales.
- **Los residuos radiactivos**, producidos por aplicaciones que usan ese tipo de materiales como las centrales nucleares. Son residuos muy peligrosos por su toxicidad y por su permanencia: algunos residuos radiactivos tardan miles de años en perder su actividad.

Para corregir el vertido de estos residuos se usa la **regla de las erres**:

- **Reducir** el volumen del residuo usando la menor cantidad posible de materiales.
- **Reutilizar** los artículos antes de desecharlos.
- **Recoger selectivamente** los residuos para poder **reciclar** adecuadamente y disminuir el volumen de dichos residuos vertidos al entorno. El reciclaje ayuda además a luchar contra la sobreexplotación de muchos recursos.

LA SOBREEXPLOTACIÓN DE RECURSOS

Una gran cantidad de recursos que usamos son renovables: la naturaleza los renueva cada año. Son recursos renovables el agua de los acuíferos, los alimentos, los bosques, etc. **La sobreexplotación aparece cuando extraemos de la naturaleza más recursos de los que ella produce.** Al final de este proceso el recurso se agota y, una vez agotado, ya no se puede seguir el ritmo de extracción. Afecta sobre todo a los bosques, las pesquerías y al agua dulce.

LA EXTINCIÓN DE ESPECIES

La alteración que producimos en la naturaleza termina por llevar a la **extinción** a un gran número de especies animales y vegetales. En la actualidad se habla ya de la **sexta extinción**, siendo las cinco primeras grandes extinciones por fenómenos naturales, y esta sexta por la especie humana. Se ha calculado que el ritmo actual de extinción de especies es entre 1 000 y 10 000 veces superior al de las otras extinciones.

50

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.2. Estructurar el conocimiento dando coherencia y cohesión al discurso.	Redacta un informe sobre el reciclaje de envases.	Act. A
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.8. Ser consciente de la influencia que tiene la presencia de las personas en el espacio, su asentamiento, su actividad, las modificaciones que introducen y los paisajes resultantes.	Explica las causas de la extinción de especies.	Act. B
	III.9. Cuidar del medio ambiente y usar responsablemente los recursos naturales con criterios de sostenibilidad.	Explica acciones sostenibles y no sostenibles.	Act. C

La pérdida de especies animales y vegetales puede generar a largo plazo grandes problemas ambientales. La extinción de algunas especies provoca, entre otras causas, el crecimiento descontrolado de otras, que se transforman en plagas. Además, esas especies que se extinguen podrían ser el origen de nuevos productos y medicamentos que, al desaparecer, se pierden para siempre.

Para combatirla, desde las Naciones Unidas se promueven las **Reservas de la Biosfera**, regiones de todo el mundo que gozan de una protección especial por el gran número de especies distintas que albergan. Junto a ellas, muchos países cuentan con figuras de protección, como los **Parques Nacionales** en España, que pretenden preservar un entorno natural lo menos modificado posible.

EL CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO

La humanidad **está creciendo en la actualidad a un ritmo desconocido** en toda la historia de nuestra especie. Los avances en la medicina preventiva y la gran producción de alimentos han provocado que hayamos pasado de 1000 millones de personas en el año 1800 a más de 7000 millones de personas en la actualidad.

Ese ritmo de crecimiento debe frenarse lo antes posible, ya que el planeta muestra ya muchos signos de agotamiento y, si no se controla, no se podrá abastecer de suficiente recursos a todo el mundo. Por eso se han emprendido a nivel global campañas para concienciar a la población de la necesidad de reducir el número de hijos por familia, sobre todo en los países más poblados como China o la India.

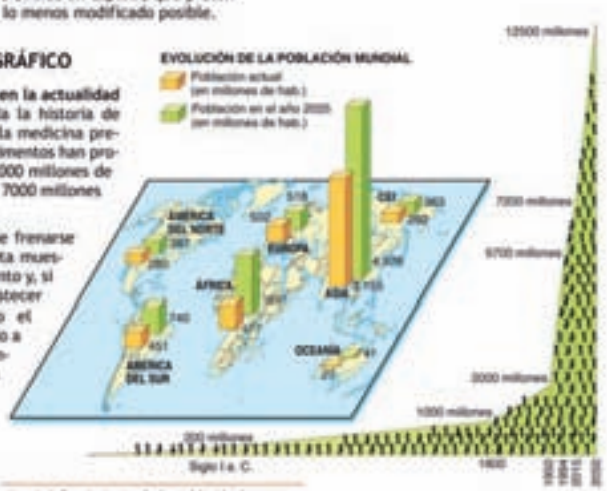


Fig. 2.3 Crecimiento de la población humana.

LA GESTIÓN SOSTENIBLE

La gestión sostenible del planeta es la solución que se plantea a todos estos problemas. Básicamente consiste en gestionar el planeta de forma que no solo se obtengan beneficios actualmente, sino que se puedan seguir obteniendo en un futuro. Es decir que el uso que hagamos de la naturaleza se pueda **sostener** en el tiempo.

Para aplicar correctamente la gestión sostenible hay que pensar, no solo en lo que vamos a hacer a corto plazo, sino también **en sus consecuencias a medio y largo plazo** y descartar todas aquellas decisiones que solo tengan un beneficio inmediato.

Actividades

A Uno de los residuos más comunes en la basura son los envases. Haz un breve resumen de lo que habría que hacer para aplicar a un envase la regla de las erres indicando que dificultades encuentras para aplicarla.

B Pon ejemplos de especies en vías de extinción explicando la causa de esa situación.

C Explica con tus palabras el término sostenibilidad. Pon ejemplos de acciones sostenibles e insostenibles.

51

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Uno de los residuos más comunes en la basura son los envases. Haz un breve resumen de lo que habría que hacer para aplicar a un envase la regla de las erres indicando que dificultades encuentras para aplicarla.

Para reducir los envases habría que descartar envases superfluos como los de plástico para colgar el producto de estanterías o para alojar alimentos que se pueden vender sin estar envasados.

La reutilización de los envases solo se podría llevar a cabo si fabricantes y consumidores se ponen de acuerdo: los consumidores deben llevar los envases a unos puntos concreto de recogida y los fabricantes deben recoger esos envases, llevarlos hasta la fábrica, limpiarlos y desinfectarlos y volver a usarlos.

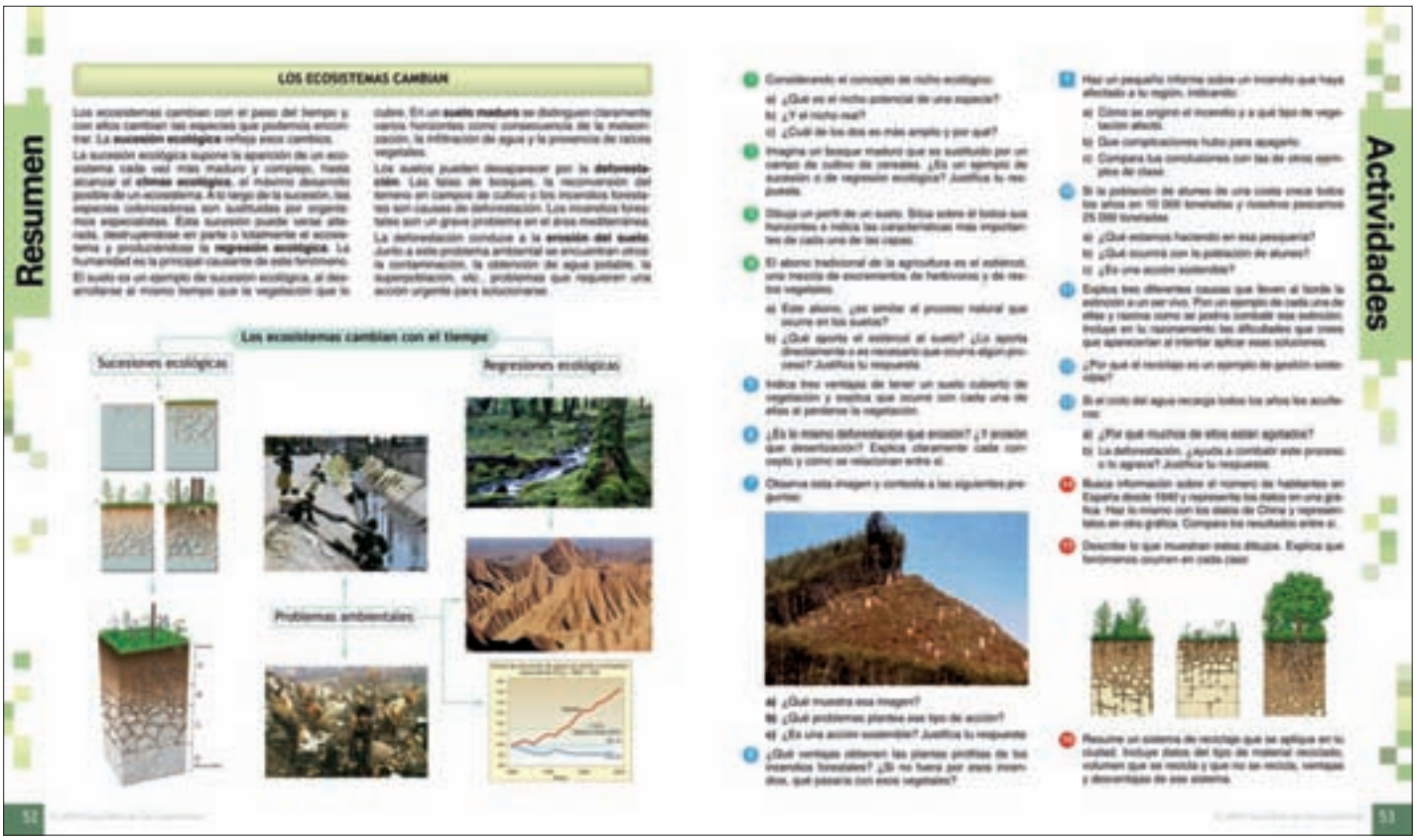
El reciclaje es un compromiso de consumidores y el ayuntamiento, que debe poner a disposición de los ciudadanos contenedores para que éstos depositen los diversos envases clasificados por su material (cartón, plástico, vidrio, metal).

B. Pon ejemplos de especies en vías de extinción explicando la causa de esa situación.

La causa principal de extinción de especies es la destrucción de los ecosistemas donde viven. Así, la contaminación, la sobreexplotación o la reconversión de ecosistemas en terrenos agrícolas o urbanos, contribuyen a la extinción de especies, pero también hay otras como: la caza o pesca abusiva, o la introducción de especies foráneas que compiten con ellas.

C. Explica con tus palabras el término sostenibilidad. Pon ejemplos de acciones sostenibles e insostenibles.

Un acción sostenible es una acción que puede sostenerse en el tiempo, que se puede hacer ahora y en futuro lejano. Cualquier acción que mantenga las condiciones naturales es sostenible: consumir agua de forma racional, proteger la naturaleza, consumir recursos sin sobreexplotarlos o reducir la contaminación. Las acciones contrarias serían insostenibles.



DESCRIPTORES DE LAS ACTIVIDADES DIVERSIFICADAS

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	DÓNDE LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.1. Expresar de forma oral y escrita pensamientos, emociones, vivencias y opiniones.	1, 4, 5, 6, 9, 11, 13, 15
	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	2, 6
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible.	10
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	3, 5, 6, 14
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	4, 7, 13, 15, 16
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	7, 8, 10, 12
IV. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y COMPETENCIA DIGITAL	IV.1. Buscar, analizar, seleccionar, registrar, tratar, transmitir, utilizar y comunicar la información por medio de técnicas y estrategias específicas para informarse, aprender y comunicarse.	9, 14, 16
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	3, 7, 15

SOLUCIONARIO

Actividades de refuerzo

1. Considerando el concepto de nicho ecológico:

a) ¿Qué es el nicho potencial de una especie?

El nicho potencial es el nicho ecológico que podría ocupar en teoría una especie.

b) ¿Y el nicho real?

El real es el que desempeña una especie en la realidad.

c) ¿Cuál de los dos es más amplio y por qué?

El nicho real siempre es mucho menor que el teórico, ya que en la naturaleza la especie se enfrenta a la competencia de otras especies que van reduciendo su hábitat.

2. Imagina un bosque maduro que es sustituido por un campo de cultivo de cereales. ¿Es un ejemplo de sucesión o de regresión ecológica? Justifica tu respuesta.

Es un ejemplo de regresión ecológica, ya que en un bosque maduro encontramos un ecosistema mucho más desarrollado y complejo que un campo de cereales.

3. Dibuja un perfil de un suelo. Sitúa sobre él todos sus horizontes e indica las características más importantes de cada una de las capas.

(Ver pág. 43 del libro del alumno).

4. El abono tradicional de la agricultura es el estiércol, una mezcla de excrementos de herbívoros y de restos vegetales.

a) Este abono, ¿es similar al depósito natural que hay en los suelos?

Sí, el estiércol está compuesto por excrementos de herbívoros mezclados con restos vegetales, similar a lo que se deposita en el suelo.

b) ¿Qué aporta el estiércol al suelo? ¿Lo aporta directamente o es necesario que ocurra algún proceso? Justifica tu respuesta.

Va a aportar los nutrientes que necesitan los vegetales, pero es necesario primero la actuación de los descomponedores que terminen de descomponer la materia orgánica y enriquezcan el suelo en esos nutrientes.

Asegura tus conocimientos

5. Indica tres ventajas de tener un suelo cubierto de vegetación y explica que ocurre con cada una de ellas al perderse la vegetación.

Las tres ventajas principales son

- la presencia de raíces mantiene el suelo poroso permitiendo una mayor absorción de agua de lluvia, que ayuda a recargar los acuíferos subterráneos, y una disminución del riesgo de inundaciones.
- la presencia de raíces frena el proceso de erosión ya que retienen los materiales disgregados.
- la presencia de vegetación enriquece el suelo en nutrientes al reciclarse la materia orgánica muerta.

6. ¿Es lo mismo deforestación que erosión? ¿Y erosión que desertización? Explica claramente cada concepto y cómo se relacionan entre sí?

No. Son tres conceptos muy relacionados entre sí pero que no significan exactamente los mismo. La deforestación es la pérdida de la cubierta vegetal de una zona. A la deforestación le sigue la erosión del terreno, al perderse las raíces de los vegetales y quedar sueltos los materiales del suelo. Por último, la desertización es el comportamiento general del terreno una vez deforestado en climas áridos o con una estación seca: al haber poca vegetación el suelo retiene poca agua, que discurre mayoritariamente por la superficie erosionando el terreno y dificultando el crecimiento de la vegetación, que a su vez no puede retener los materiales del suelo, que se erosiona más y así sucesivamente.

7. Observa esta imagen y contesta a las siguientes preguntas

a) ¿Qué muestra esa imagen?

Muestra un bosque talado. La presencia de árboles verdes indica que no se ha perdido por un incendio, luego se ha talado para explotar comercialmente la madera.

b) ¿Qué problemas plantea ese tipo de acción?

Al perderse esa masa boscosa, la zona sufrirá las consecuencias de la deforestación: pérdida de suelo, menor retención de agua, menor recarga de los acuíferos y mayor riesgo de inundaciones.

c) ¿Es una acción sostenible? Justifica tu respuesta

Solo sería sostenible si ahora de dejara recuperarse el bosque, es decir si no se tala anualmente más de lo que el bosque crece en ese periodo, hecho bastante dudoso a la vista de la tala total que ha sufrido la zona.

8. ¿Qué ventajas obtienen las plantas pirofitas de los incendios forestales? ¿Si no fuera por esos incendios, qué pasaría con esos vegetales?

Las plantas pirofitas obtienen dos ventajas fundamentales. Por un lado el incendio clarea el terreno y lo dejo expuesto de nuevo al Sol y las plantas heliófilas pueden volver a desarrollarse plenamente. Por otro, la combustión recicla rápidamente nutrientes vegetales y enriquece el suelo en esos nutrientes.

Si no fuera por esos incendios periódicos, las plantas heliófilas tendrían muy difícil su permanencia en el ecosistema, ya que sus plantas jóvenes no crecen bajo la sombra de los ejemplares envejecidos.

9. Haz un pequeño informe sobre un incendio que haya afectado a tu región, indicando:

a) Cómo se originó el incendio y a qué tipo de vegetación afectó

b) Qué complicaciones hubo para apagarlo

c) Compara tus conclusiones con las de otros ejemplos de clase.

La respuesta variará de una región a otra, pero se trata de que el alumnado estudie las causas de ese incendio, el tipo de especies vegetales a los que afectó y las consecuencias que tuvo. Si en vuestra región no ha habido incendios se pueden usar ejemplos de otras regiones. Algunas páginas donde pueden encontrase información sobe los incendios son:

http://www.mma.es/secciones/biodiversidad/defensa_incendios/estadisticas_incendios/pdf/estadisticas_decenio_1996-2005.pdf

Datos sobre España del Ministerio de Medio Ambiente

10. Si la población de atunes de una costa crece todos los años en 10 000 toneladas y nosotros pescamos 25 000 toneladas

a) ¿Qué estamos haciendo en esa pesquería?

Estamos sobreexplotando esa pesquería, es decir extrayendo más atunes de los que se renuevan anualmente.

b) ¿Qué ocurrirá con la población de atunes?

La población de atunes iría descendiendo progresivamente mientras se mantenga ese volumen de pesca hasta agotarse.

c) ¿Es una acción sostenible?

No. En el momento en el que la pesquería esté agotada no podremos seguir pescando más atunes.

11. Explica tres diferentes causas que lleven al borde la extinción a un ser vivo. Pon un ejemplo de cada una de ellas y razona como se podría combatir esa extinción. Incluye en tu razonamiento las dificultades que crees que aparecerían al intentar aplicar esas soluciones.

La causas más comunes por las que puede extinguirse una especie son:

· Por reducir el hábitat donde vive al transformarlo en campos de cultivo o en zonas urbanas. Es lo que le ha pasado al lince, al oso, al lobo, etc. Este fenómeno se puede completar con una caza activa del mismo para acelerar su desaparición.

· Por sobrexplotarlo obteniendo más de lo que se renovaba anualmente: es lo que ha ocurrido con numerosas especies que se explotaban comercialmente, como los atunes.

· Por contaminar o alterar su medio, como ha ocurrido en muchos ecosistemas.

La revista digital Ambientum (http://www.ambientum.com/revista/2003_04/extincion.htm) incluye un especial sobre especies en peligro de extinción con conexiones a otras webs sobre el mismo tema.

12. ¿Por qué el reciclaje es un ejemplo de gestión sostenible?

Por qué el reciclaje ayuda por un lado a reducir el consumo de esa materia prima, y con ello su posible agotamiento, y por otro a disminuir la contaminación que generaría el vertido de esos materiales si no se reciclaran.

13. Si el ciclo del agua recarga todos los años los acuíferos,

a) ¿Por qué muchos de ellos están agotados?

Se agotan porque están sobreexplotados, es decir, porque anualmente se extrae de ellos más agua de la que se recarga por las lluvias.

b) La deforestación, ¿ayuda a combatir este proceso o lo agrava? Justifica tu respuesta

La deforestación agrava el proceso: al perderse suelo, la cantidad de agua que puede retener e infiltrarse en el subsuelo es menor, y por lo tanto disminuye la recarga de los acuíferos.

Actividades de ampliaciόm

14. Busca información sobre el número de habitantes en España desde 1940 y representa los datos en una gráfica. Haz lo mismo con los datos de China y represéntalos en otra gráfica. Compara los resultados entre sí.

Sobre la demografía de España, además de la página del INE (Instituto Nacional de Estadística, www.ine.es), se pueden consultar

http://es.wikipedia.org/wiki/Demograf%C3%ADa_de_Espa%C3%B1a

http://es.wikipedia.org/wiki/Evoluci%C3%B3n_demogr%C3%A1fica_de_Espa%C3%B1a

Sobre China:

http://www.census.gov/ipc/www/idb/worldpopinfo.html (página del gobierno del los EEUU con datos de los censos de todos los países del mundo)

15. Describe lo que muestran estos dibujos. Explica que fenómenos ocurren en cada caso.

La secuencia muestra distintas etapas de desarrollo de un suelo, que va acompañado del desarrollo de la vegetación que crece en él. Así, cuanto más potente sea la cubierta de vegetación, más profundo es el suelo.

16. Resume un sistema de reciclaje que se aplique en tu ciudad. Incluye datos del tipo de material reciclado, volumen que se recicla y que no se recicla, ventajas y desventajas de ese sistema.

La fuente más asequible de esta información es el ayuntamiento de vuestra localidad. Lo más interesante de este estudio son:

· La comparación entre el volumen de material reciclado y no reciclado y las causas de esa falta de reciclaje

· Las dificultades que presenta la implantación de ese sistema de reciclaje.

A nivel global se pueden comparar los datos con los de España o de vuestra comunidad autónoma: www.inebase.es/

Dos páginas que describen los sistemas de reciclaje, las ventajas de sus aplicación y las dificultades son:

http://www.modusvivendis.com/index.php/?p=433

http://personasenaccion.com/espana/reciclaje/



Ciencia y sociedad

Efecto de la vegetación sobre la infiltración del agua en el suelo

Podemos comprobar en el laboratorio y en el patio de tu centro como la presencia de vegetación favorece la infiltración del agua y disminuye la erosión.

La infiltración del agua en el laboratorio:

a) Prepara varias macetas iguales. Comprueba que tengan un orificio en la parte inferior que deje salir el exceso de agua.

b) Agrupa las macetas de dos en dos y llénalas con materiales distintos: tierra vegetal, tierra del patio escolar y una mezcla de ambas. Prensa la tierra de relleno y asegúrate que alcanza la misma altura.

c) En una de cada dos macetas planta algún tipo de planta de crecimiento rápido (hierba, lentejas, etc.) o algún tipo de planta ornamental quitando la suficiente tierra para alojar sus raíces (fig. 1.a).

d) Cuida las plantas, regándolas cada cierto tiempo. Deja transcurrir varias semanas para asegurarte que sus raíces penetren en la tierra de la maceta.

e) Para comprobar la infiltración coloca las macetas en alto (fig. 1.b) y, bajo ellas, un recipiente que recoja el agua que se desprenda por el orificio inferior.

f) Añade de golpe a cada maceta una cantidad determinada de agua y mide el tiempo que tarda el agua en infiltrarse totalmente.

g) Deja pasar un cierto tiempo y mide la cantidad de agua que has recogido bajo la maceta. Compara ese volumen de agua recogida con el volumen de agua añadido. Anota los resultados obtenidos en una tabla.

La infiltración del agua en el patio del centro:

a) Escoge varias zonas de tu patio que sean diferentes: tierra donde no crece vegetación, bajo un árbol o un arbusto, tierra cubierta de hierba, etc.

b) Prepara un recipiente de plástico abierto por ambos lados. Puedes usar un cubo, una maceta o una botella grande a la que le hayas cortado la base. Asegúrate que la base la cortas recta, y que el corte no tenga muescas ni roturas (fig. 2.a).

c) Limpia el suelo de hojas y restos vegetales. Clava en el suelo el recipiente que has preparado para evitar que el agua se salga por los lados (fig. 2.b).

d) Añade de golpe una cantidad fija de agua en cada caso y comprueba el tiempo que tarda en infiltrarse totalmente. Si has marcado en un lateral divisiones en cm, puedes medir los cm que desciende la columna de agua cada cierto tiempo. Anota todos los resultados obtenidos en una tabla.

Estudio sobre la erosión:

a) Para este estudio necesitaras dos macetas rectangulares que tengan una longitud superior a los 50-60 cm. Rellénalas tierra hasta el borde.

b) Deja crecer en una de las macetas plantas de crecimiento rápido (hierba, lentejas, etc.). Cuida las plantas durante varias semanas.

c) Coloca ambas bandejas inclinadas unos 30° y dispón en su extremo inferior una bandeja donde recoger el agua y los productos arrastrados. Esa bandeja no debe recoger el agua que salga por los orificios inferiores de la maceta.

d) Deja caer una cantidad de agua en el extremo levantado y observa el agua que recoges en la bandeja inferior. Mide la cantidad de agua y de tierra que se ha arrastrado en cada caso. Anota los resultados. Puedes repetir el experimento con distintas inclinaciones y con distintas formas de liberar el agua.

Cuestiones

A) Redacta un informe con todos los resultados obtenidos. Compara lo que ha ocurrido en cada caso.

B) Justifica si la presencia de vegetación favorece la infiltración de agua en el suelo.

54

DESCRIPTORES CIENCIA Y SOCIEDAD

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	DÓNDE LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Redacta con coherencia informes con las conclusiones de sus investigaciones.	Cuest. A
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible.	Representa datos de la investigación en forma de tablas, gráficas, etc.	Cuest. A
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	II.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Investiga el efecto de la presencia de vegetación sobre la infiltración y la erosión.	Cuest. B



SOLIDARIDAD Y SOSTENIBILIDAD

El desarrollo sostenible

Ciencia y sociedad

El término **desarrollo sostenible** se formuló por primera vez en el informe "Nuestro Futuro Común" (1987) que recogía las recomendaciones de la Comisión Mundial para el medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU.

El informe define el desarrollo sostenible como el que permite **satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro** para atender sus propias necesidades. La gestión sostenible implica adoptar estrategias en tres ámbitos distintos: el ecológico, el social y el económico.

La protección de la naturaleza

En el ámbito ecológico se debe proteger al máximo la naturaleza, reduciendo al mínimo las agresiones que sufre. Uno de los aspectos prioritarios es la lucha contra la contaminación mediante:

a) La adopción de **tecnologías más limpias** que reduzcan el vertido de productos contaminantes.

b) El empleo de **técnicas descontaminantes** como la recogida y depuración de las aguas residuales.

c) La **protección de entornos naturales**, preservando los seres vivos que lo habitan y luchando contra la extinción de especies.

d) La **explotación adecuada de los recursos** naturales para evitar su agotamiento.

e) El desarrollo de sistemas de **recogida y reciclaje de productos**, para reducir la contaminación y su agotamiento.

El desarrollo social

Una gestión adecuada de la naturaleza debe ir acompañada de una mejora del entorno social de la humanidad. Tras la declaración Universal de los Derechos Humanos, la humanidad debe garantizar que todos los habitantes del planeta tengan acceso a recursos sociales imprescindibles como la sanidad, la educación, el trabajo o una justicia igualitaria.

Un aspecto fundamental del desarrollo es controlar el **crecimiento de la población**, ya que cuantos más seamos, más recursos básicos requeriremos.

Pero además, conforme un país está más desarrollado sus habitantes consumen una mayor cantidad de alimentos, de energía y de productos de consumo.

El reparto de la riqueza

La humanidad actual muestra un reparto muy desigual de la riqueza y de los bienes. Así un 20% de la población consume el 80% de los productos y recursos. Casi la mitad de la población vive con menos de 3 € / día de ingresos y uno de cada cuatro habitantes no llega ni siquiera a 1,50 €/día.

No todo el mundo disfruta del mismo acceso a la sanidad.

Ya en el año 1972, Indira Gandhi, entonces presidenta de la India, proclamó ante la Conferencia de la ONU sobre el Medio Ambiente: "**la pobreza es la peor forma de contaminación**", y también que "**el principal problema ecológico de los países pobres es el hambre**".

Pero no es el único. En la actualidad, un tercio de la población mundial no tiene acceso a agua potable en sus viviendas, que tampoco cuentan con un adecuado sistema de alcantarillado.

Cuestiones

A) Haz un breve resumen de las ideas expuestas en el texto.

B) Fíjate en tu entorno inmediato y busca tres ejemplos de gestión sostenible. Describelas brevemente y explica sus ventajas y las dificultades que entraña su correcta aplicación.

C) Busca información sobre el crecimiento de la población. Compara los datos de países muy desarrollados y con los de países poco desarrollados. Completa el informe con datos sobre la pobreza en esos países.

55

RESUMEN

El documento recoge los principales argumentos del **desarrollo sostenible**, centrado en tres ejes fundamentales: la **protección de la naturaleza**, el **desarrollo social** y el **reparto de la riqueza**. Se ofrece un resumen del estado actual y algunas de las **propuestas** de la sostenibilidad.

DESCRIPTORES CIENCIA Y SOCIEDAD

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	DÓNDE LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.2. Estructurar el conocimiento dando coherencia y cohesión al discurso.	Resume las ideas contenidas en el texto sobre el desarrollo sostenible.	Cuest. A
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.9. Cuidar del medio ambiente y usar responsablemente los recursos naturales con criterios de sostenibilidad.	Busca en su entorno ejemplos de gestión sostenible.	Cuest. B
IV. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y COMPETENCIA DIGITAL	IV.1. Buscar, analizar, seleccionar, registrar, tratar, transmitir, utilizar y comunicar la información por medio de técnicas y estrategias específicas para informarse, aprender y comunicarse.	Busca información sobre el crecimiento de la población en diversos países.	Cuest. C
V. COMPETENCIA SOCIAL Y CIUDADANA	V.2. Fundamentar éticamente las posturas personales en el respeto a principios y valores universales, como los que encierra la Declaración de los derechos humanos	Realiza un informe sobre crecimiento de población y pobreza.	Cuest. C

SOLUCIONARIO

Ciencia y sociedad

Efecto de la vegetación sobre la infiltración del agua en el suelo

A. Redacta un informe con todos los resultados obtenidos. Compara lo que ha ocurrido en cada caso.

El estudio se divide en tres fases: estudio de la infiltración en el laboratorio, mismo estudio pero en el jardín, y estudio de la erosión.

El estudios de la infiltración en el laboratorio proporcionara algunos parámetros que permiten ajustar el estudio posterior en el jardín, como la velocidad a la que se infiltra el agua, o la cantidad de agua que se retiene en la maceta y la que cae en la bandeja inferior. Es conveniente añadir diferentes cantidades de agua ya que un volumen pequeño de agua no aportaría resultados concluyentes.

El estudio más provechoso es el realizado en el jardín, ya que ahí se miden la infiltración en un entorno mucho más similar a la naturaleza. Aquí lo fundamental es elegir adecuadamente las zonas donde colocar el recipiente que hemos preparado, que deben ser representativas de diferentes condiciones: con mucha vegetación, sin vegetación, etc. En esta zona se mide el tiempo que tarda el agua en infiltrarse en el terreno y, con ello, la porosidad del mismo. La representación de los datos en una tabla o en un diagrama de barras es una buena manera de poder compararlos entre sí.

El estudio de la erosión es el más complicado, por las dificultades técnicas que entraña: hay que enrasar correctamente la tierra de la bandeja y hay que dejar caer el agua siempre en las mismas condiciones. El estudio se completa variando la inclinación del la bandeja, para comprobar que a mayor pendiente, mayor erosión.

B. Justifica si la presencia de vegetación favorece la infiltración de agua en el suelo.

Los resultados, sobre todo los del jardín deben confirmar que la presencia de vegetación favorece la infiltración del terreno y dificulta la erosión.

El desarrollo sostenible

A. Haz un breve resumen de las ideas expuestas en el texto

El texto detalla tres aspectos del desarrollo sostenible, el desarrollo que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro.

En primer lugar, plantea la necesidad de proteger la naturaleza, evitando su deterioro mediante la adopción de tecnologías más limpias, la reducción de la contaminación mediante depuración, la protección de entornos naturales, la explotación adecuada de los recursos naturales y el reciclaje de materiales.

En segundo lugar expone la necesidad de acompañar esa protección con un mejor desarrollo social de la humanidad, para garantizar el acceso de todo ser humano a la sanidad, la educación, el trabajo y la justicia. Ese desarrollo social debe suponer además un freno al crecimiento demográfico de la humanidad.

En último lugar plantea la necesidad de reducir las enormes diferencias económicas que existen actualmente que provocan que un 20% de la humanidad consuma el 80% de los recursos o que la mitad de la humanidad malviva con unos ingresos de 3 € al día.

B. Fíjate en tu entorno inmediato y busca tres ejemplos de gestión sostenible. Descríbelas brevemente y explica sus ventajas y las dificultades que enfrenta su correcta aplicación.

Los ejemplos que pueden encontrar son los que se han trabajado en el tema: reducción del consumo de recursos (agua, materias primas, energía, …), lucha contra la contaminación (depuración de aguas, recogida de residuos, …), reciclaje de materiales o protección de entornos naturales (parques naturales, áreas con protección ecológica, …). Lo más interesante es reflexionar sobre el papel que han jugado los ciudadanos en la adopción de esas medidas y los problemas a los que se han tenido que enfrentar para llevarlas a cabo.

C. Busca información sobre el crecimiento de la población. Compara los datos de países muy desarrollados y con los de países poco desarrollados. Completa el informe con datos sobre la pobreza en esos países.

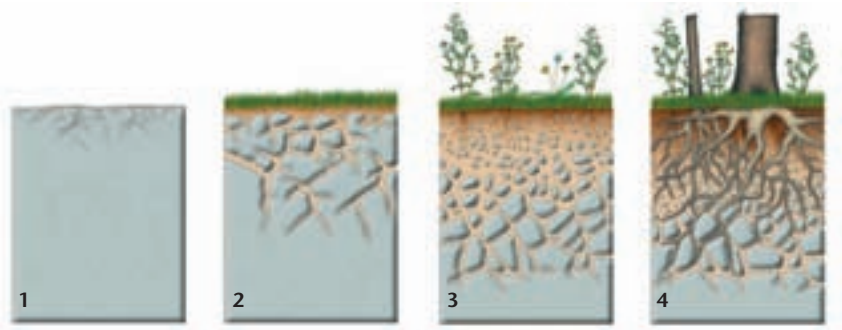
Conforme aumenta el desarrollo social y económico se reduce el crecimiento de la población. Algunas páginas que incorporan datos de todo se incorpora en la bibliografía adjunta.

▶ Modelo de examen para la evaluación de competencias

NOMBRE: _____ **CURSO:** _____ **FECHA:** _____

1. Define los siguientes conceptos: nicho ecológico, adaptación, sucesión ecológica, clímax ecológico.

2. Observa esta secuencia de imágenes y contesta a las preguntas.



a) Describe el proceso que te muestran.

b) Este proceso, ¿es un ejemplo de sucesión ecológica? Justifica tu respuesta.

c) Una vez desarrollada al máximo la vegetación, ¿cómo sigue creciendo sin agotar los nutrientes?

3. La desertización

a) Explica que entiendes por desertización.

b) ¿Qué relación hay entre deforestación y desertización?

c) ¿Cuál es la situación en España?

4. La gestión sostenible

a) Explica que se entiende por gestión sostenible.

b) En nuestra localidad hemos encontramos con un acuífero subterráneo que acumula un volumen de 200 Hm^3 y que se recarga anualmente en 10 Hm^3. Consumiendo 30 Hm^3 al año podemos cambiar la agricultura de secano por la regadío, construir una industria papelera y una urbanización de lujo. Los beneficios económicos son obvios. Razona ante tus conciudadanos si esas tres acciones descritas son sostenibles y que tipo de gestión habría que aplicar para que fuera sostenible.

c) Describe tres acciones que puedes hacer en tu casa para contribuir a la gestión sostenible del planeta.

Tabla de aplicación para el examen • 4º ESO • Tema 2

NOMBRE: _____ CURSO: _____ FECHA: _____

COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Define correctamente términos ecológicos					
Explica el proceso de desertización					
Argumenta razonadamente las ventajas de la gestión sostenible					

COMPETENCIA MATEMÁTICA					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Calcula correctamente el balance anual de un acuífero					

COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Interpreta correctamente la sucesión ecológica que conduce a la formación de un suelo maduro					
Reconoce el papel del reciclaje de materia en el mantenimiento del ecosistema					
Relaciona correctamente deforestación y desertización					
Describe la problemática de la erosión en España					
Relaciona gestión sostenible con la recarga de acuíferos					
Reconoce las ventajas de la gestión sostenible					
Expone medidas personales para contribuir a la gestión sostenible					

1. No alcanza el mínimo en el desempeño de la capacidad
2. Cumple con el mínimo requerido
3. Se encuentra en la media del resto de sus compañeros
4. Supera la media
5. Presenta un nivel máximo de cumplimiento del desempeño

Bibliografía

AAVV. 1993-*1998*. *Enciclopedia Biosfera de de la editorial Enciclopedia Catalana.* Editorial Enciclopedia Catalana: Barcelona.
AAVV. 2012. Ecología. Planeta de Agostini: Barcelona
GALLEGO GARCÍA, JOSÉ LUIS, 2009, *Ecología para no ecologistas*. Ariel: Barcelona.
HUTCHINSON, G. EVELYN. 1979. *El teatro ecológico y el drama evolutivo.* Blume: Barcelona.
MARGALEF, RAMÓN. 1974. *Ecología*. Omega: Barcelona
MARGALEF, RAMÓN. 1992. *Planeta azul, planeta verde.* Prensa Científica: Barcelona
ODUM, HOWARD T. 1980. *Ambiente, energía y sociedad.* Blume: Barcelona.
RODRÍGUEZ MARTÍNEZ, JAIME. 2010. *Ecología*. Pirámide: Madrid.

REVISTAS:

Para el profesorado
- Investigación y Ciencia
- Quercus
- National Geographic
- Muy Interesante

Para el alumnado:
- Muy Interesante junior
- National Geographic
- Natura

PÁGINAS WEB:

http://ngenespanol.com/
Página principal del National Geographic, con numerosos artículos, vídeos e imágenes sobre la naturaleza.

http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s09.htm
Documento de la FAO sobre la ecología. Incluye todos los conceptos fundamentales expuestos en el tema.

http://www.soloprofes.com
Página información para el profesorado. Incluye descargas de actividades y documentos de otros docentes.

http://www.wwf.es/
Página principal de WWF/Adena sobre protección de la naturaleza. Incluye descripción de problemas ecológicos de España y del Mundo.

http://www.inforiesgos.es/web/dgpcye/home
Página de protección civil sobre situación en España de diversos riesgos, entre ellos inundaciones o incendios forestales

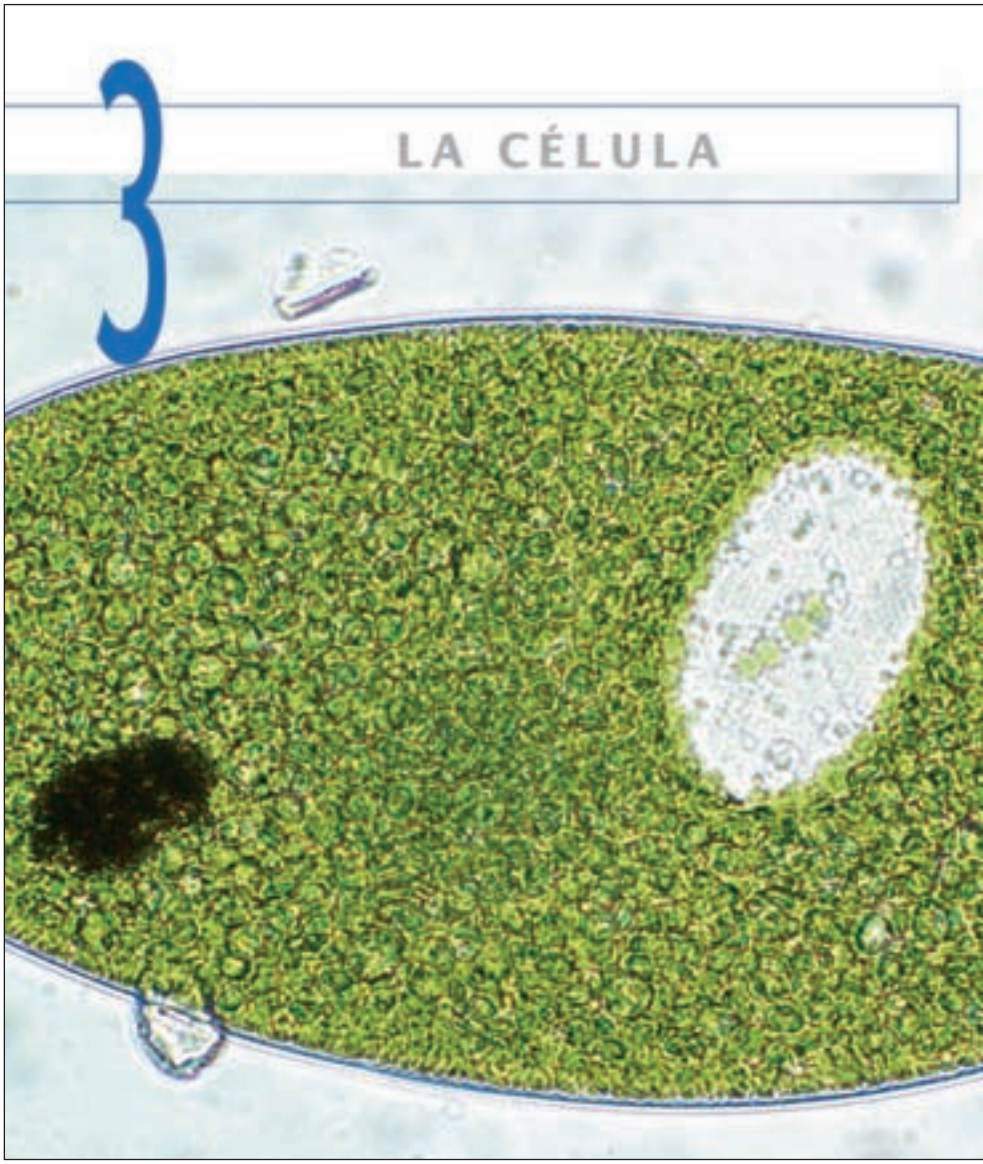
http://www.unfpa.org/webdav/site/global/shared/documents/SWP_2011/SP-SWOP2011.pdf
Página de las naciones Unidas sobre crecimiento demográfico y medio ambiente, informe de 2010.

http://es.wikipedia.org/wiki/Suelos_de_Espa%C3%B1a#Tipos_de_suelo_en_Espa.C3.B1a
Página sobre los suelos de España, muy sencilla para el alumnado.

http://w3.cnice.mec.es/recursos/secundaria/naturales/desertizacion/
Página del Ministerio de Educación sobre la desertización en España

http://unfccc.int/portal_espanol/items/3093.php
Página de las naciones Unidas sobre el calentamiento climático

http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_humano
http://www.undp.org/spanish/
Páginas descriptivas del Índice del Desarrollo Humano auspiciado por las Naciones Unidas



RESUMEN

Las células son muy pequeñas y además complejas, de ahí que resulte difícil tanto observarlas como determinar sus características: composición química, funciones de sus componentes, etc. El estudio científico de la célula no se inició hasta comienzos del siglo XIX, cuando gracias a la mejora de la calidad de los microscopios, éstos se convirtieron en instrumentos útiles e imprescindibles para la investigación. En pocos años se desarrolló entonces la "Teoría Celular", una de las generalizaciones más importantes del pensamiento biológico.

La célula es la unidad estructural y funcional de todos los seres vivos. Los procesos de nutrición, reproducción y relación que caracterizan a la vida se realizan de una manera coordinada en los diferentes orgánulos que la componen.

Todos los organismos actuales que viven en la Tierra proceden de una única célula primitiva que surgió hace aproximadamente tres mil seiscientos millones de años; las semejanzas entre todos los seres vivos son tan acusadas que no pueden ser explicadas de otra forma.

CONTENIDOS

CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	ACTITUDES
1. La organización celular. - Composición química de los organismos. - La teoría celular. - Descripción de la célula. 2. La célula eucariótica. - Membrana plasmática. - Citoplasma. - El núcleo. 3. El DNA contiene información genética. 4. Reproducción celular. - El ciclo celular. - División celular. - Tipos de reproducción. 5. El mundo microscópico.	1. Interpretar y reproducir esquemas sencillos sobre la estructura celular. 2. Relacionar estructura y función en los principales orgánulos celulares. 3. Relacionar el concepto de gen con la estructura del DNA. 4. Analizar y describir la secuencia de las diferentes fases del ciclo celular, la mitosis y la meiosis. 5. Identificar y diferenciar los organismos que componen el mundo microbiológico. 6. Realizar un experimento utilizando raíces tiernas de cebolla para observar células en diferentes fases de la mitosis. 7. Lectura, análisis y debate de un documento sobre el control de la diferenciación de las células madre. 8. Visitar las páginas Webs indicadas y navegar por ellas.	1. Reconocimiento de la importancia del descubrimiento del microscopio para estudiar la estructura celular. 2. Demostrar curiosidad e interés ante el hecho de que la división del trabajo fisiológico se produce ya a nivel celular. 3. Valorar la importancia de cada uno de los orgánulos en la función global de la célula. 4. Reflexionar sobre la importancia para la Biología de la identificación de la molécula de la herencia. 5. Promover el deseo de investigar la rica biodiversidad microscópica. 6. Desarrollar posturas favorables para la investigación y el conocimiento de las células madre



CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Explicar las características de las biomoléculas presentes en todos los seres vivos.
- Describir los postulados de la teoría celular.
- Analizar los principales descubrimientos científicos que llevaron al enunciado de la Teoría Celular.
- Establecer las diferencias entre las células procarióticas y las eucarióticas.
- Diferenciar las células eucarióticas animales de las vegetales.
- Identificar las estructuras características de la célula, eucariota, vegetal y animal, y relacionar cada uno de dichas estructuras celulares con su función biológica.
- Analizar la importancia del DNA en el núcleo como rector de la vida celular.
- Definir los siguientes conceptos: gen, cromatina, cromosoma, cromátida, cariotipo, cromosomas homólogos, haploide y diploide.
- Explicar la relación existente entre el DNA, la cromatina, los cromosomas y las cromátidas.
- Diferenciar las fases del ciclo vital de una célula.
- Describir las fases de la reproducción celular y comprender la finalidad de la mitosis.
- Analizar las diferencias entre la citocinesis en células animales y vegetales.
- Diferenciar los dos tipos de reproducción en organismos pluricelulares: sexual y asexual.
- Describir los principales grupos de microorganismos en función de su estructura e indicar su influencia, beneficiosos o perjudiciales, para la vida humana.

RESUMEN

El primer apartado, "La organización celular", plantea de forma sencilla la composición química de los organismos y a continuación se plantea la "Teoría Celular", la forma y tamaño de las células y los tipos de organización celular: procariótica y eucariótica. Se establecen las diferencias entre las células eucarióticas animales y las vegetales.

Se analizan las propiedades básicas que caracterizan e identifican a los seres vivos: unidad de composición, estructural y funcional.



1 La organización celular

¿Qué es la vida? ¿Qué es un ser vivo? Es complicado responder a esta pregunta sin tener en cuenta que es aquello que diferencia a los organismos vivos de la materia inerte. Así pues encontramos que todos los seres vivos comparten unas características comunes.

- Los seres vivos se distinguen de los seres inertes porque son capaces de realizar las **funciones vitales**: nutrición, relación y reproducción.
- Se caracterizan por estar formados por un mismo tipo de moléculas, las **biomoléculas**, que se encuentran organizadas formando las **células**.

Las **vitaminas** son una serie de moléculas orgánicas complejas indispensables para la vida que tienen una composición variable por lo que pueden pertenecer a cualquiera de los cuatro grupos de las biomoléculas orgánicas. Su deficiencia puede producir enfermedades.

www.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ORGANISMOS

Las biomoléculas se clasifican en: agua, sales minerales, glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.

El agua y las sales minerales no son exclusivas de los organismos, sino que también las encontramos en la materia inerte, por ello se les llama **biomoléculas inorgánicas**.

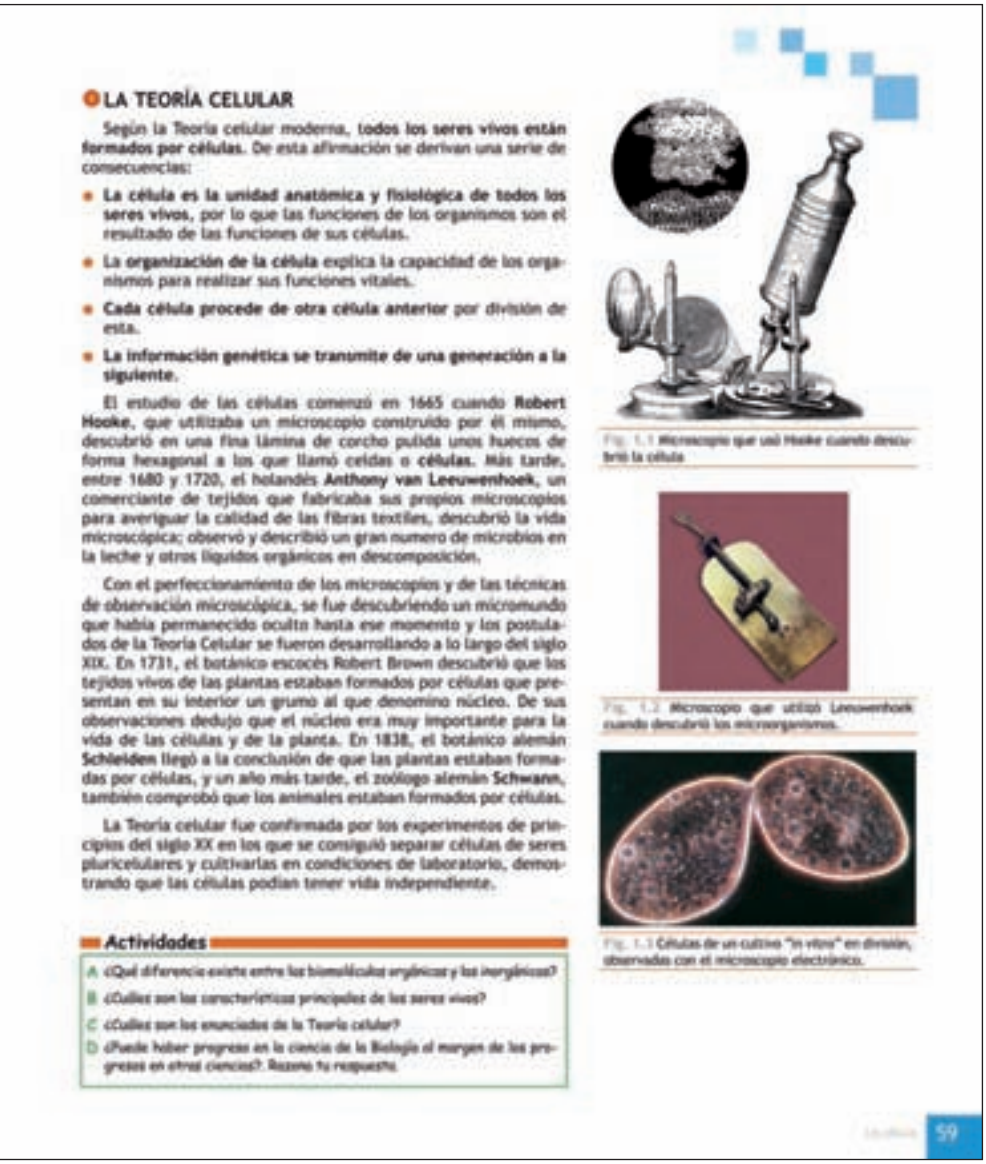
Todas las demás son las conocidas como **biomoléculas orgánicas** que son exclusivas de los seres vivos y ricas en el elemento químico carbono. Tienen diferentes funciones:

BIOMOLÉCULAS	DONDE ESTÁN DISPONIBLES	BIOMOLÉCULAS	DONDE ESTÁN DISPONIBLES
Agua: es el componente mayoritario de todos los seres vivos. En ella se encuentran disueltos o en suspensión el resto de componentes de los seres vivos y ocurren las reacciones químicas necesarias para la vida.		**Grasas o lípidos:** son compuestos insolubles en agua y poco densos. Constituyen reservas de energía más ligeras y ricas que los glúcidos, aunque tienen también otras funciones.	
Sales minerales: forman parte de los esqueletos (huesos o caparazones). Se encuentran también disueltas en agua regulando muchas reacciones químicas y el contenido en agua de nuestro organismo.		**Proteínas:** Están formadas por aminoácidos. Sus funciones son muy variadas, desde formar parte de estructuras (huesos), regular las reacciones químicas (enzimas), función de defensa (anticuerpos) etc...	
Azúcares: son moléculas que aportan principalmente energía al organismo (glucosa) aunque en ocasiones también pueden formar parte de estructuras en los seres vivos (celulosa).		**Ácidos nucleicos:** son dos, el DNA y el RNA. El DNA contiene la información genética y dirige todas las funciones de la célula. El DNA se transmite de padres a hijos y es único para cada persona.	

58

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.1. Expresar de forma oral y escrita pensamientos, emociones, vivencias y opiniones.	Expresa oralmente y por escrito las características principales de los seres vivos.	Texto. Activ. B
		Expresa oralmente y por escrito los enunciados de la Teoría Celular.	Texto Activ. C
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Analiza la relación de la Biología con otras ciencias.	Texto, Activ. D
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III. 1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Reconoce las moléculas que forman parte de la vida y establece diferencias entre las biomoléculas orgánicas y las inorgánicas.	Texto, Activ. A
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales.	Describe las características de las biomoléculas.	Ilustraciones y texto
VIII. AUTONOMÍA E INICIATIVA PERSONAL	VIII.1 Desarrollar un espíritu crítico capaz de cuestionar dogmas y desafiar prejuicios, en consonancia con la capacidad de la Ciencia para enfrentarse a problemas abiertos.	Valora por sí mismo la importancia del avance de la tecnología en el avance del conocimiento.	Texto



LA TEORÍA CELULAR

Según la Teoría celular moderna, **todos los seres vivos están formados por células.** De esta afirmación se derivan una serie de consecuencias:

- **La célula es la unidad anatómica y fisiológica de todos los seres vivos,** por lo que las funciones de los organismos son el resultado de las funciones de sus células.
- **La organización de la célula** explica la capacidad de los organismos para realizar sus funciones vitales.
- **Cada célula procede de otra célula anterior** por división de esta.
- **La información genética se transmite de una generación a la siguiente.**

El estudio de las células comenzó en 1665 cuando **Robert Hooke**, que utilizaba un microscopio construido por él mismo, descubrió en una fina lámina de corcho pulida unos huecos de forma hexagonal a los que llamó celdas o **células.** Más tarde, entre 1680 y 1720, el holandés **Anthony van Leeuwenhoek,** un comerciante de tejidos que fabricaba sus propios microscopios para averiguar la calidad de las fibras textiles, descubrió la vida microscópica; observó y describió un gran número de microbios en la leche y otros líquidos orgánicos en descomposición.

Con el perfeccionamiento de los microscopios y de las técnicas de observación microscópica, se fue descubriendo un micromundo que había permanecido oculto hasta ese momento y los postulados de la Teoría Celular se fueron desarrollando a lo largo del siglo XIX. En 1731, el botánico escocés Robert Brown descubrió que los tejidos vivos de las plantas estaban formados por células que presentan en su interior un grumo al que denomino núcleo. De sus observaciones dedujo que el núcleo era muy importante para la vida de las células y de la planta. En 1838, el botánico alemán **Schleiden** llegó a la conclusión de que las plantas estaban formadas por células, y un año más tarde, el zoólogo alemán **Schwann,** también comprobó que los animales estaban formados por células.

La Teoría celular fue confirmada por los experimentos de principios del siglo XX en los que se consiguió separar células de seres pluricelulares y cultivarlas en condiciones de laboratorio, demostrando que las células podían tener vida independiente.

Fig. 1.1 Microscopio que usó Hooke cuando descubrió la célula

Fig. 1.2 Microscopio que utilizó Leeuwenhoek cuando descubrió los microorganismos.

Fig. 1.3 Células de un cultivo "in vitro" en división, observadas con el microscopio electrónico.

Actividades

A. ¿Qué diferencia existe entre las biomoléculas orgánicas y las inorgánicas?

B. ¿Cuáles son las características principales de los seres vivos?

C. ¿Cuáles son los enunciados de la Teoría celular?

D. ¿Puede haber progreso en la ciencia de la Biología al margen de los progresos en otras ciencias? Razona tu respuesta.

SOLUCIONARIO

Actividades

A. ¿Qué diferencia existe entre las biomoléculas orgánicas y las inorgánicas?

Las biomoléculas orgánicas son exclusivas de los organismos vivos, aunque algunas las podemos encontrar en rocas que son en realidad restos de seres vivos (los combustibles fósiles, carbón y petróleo); son ricas en el elemento químico carbono. Las biomoléculas inorgánicas las encontramos también en los seres inertes, y carecen del elemento químico carbono (los carbonatos tienen carbono pero se consideran sales inorgánicas).

B. ¿Cuáles son las características principales de los seres vivos?

Las características principales que comparten todos los seres vivos son fundamentalmente dos: Los seres vivos se distinguen de los seres inertes porque son capaces de realizar las funciones vitales: nutrición, relación y reproducción. Se caracterizan por estar formados por un mismo tipo de moléculas, las biomoléculas, que se encuentran organizadas formando las células.

C. ¿Cuáles son los enunciados de la Teoría celular?

La célula es la unidad anatómica y fisiológica de todos los seres vivos. La organización de la célula explica la capacidad de los organismos para realizar sus funciones vitales. Cada célula procede de otra célula anterior por división de esta. La información genética se transmite de una generación a la siguiente.

D. ¿Puede haber progreso en la ciencia de la Biología al margen de los progresos en otras ciencias? Razona tu respuesta.

Se acaba de describir el progreso en el conocimiento de la célula ligado al progreso en las técnicas de microscopía. Sin un avance de la Física y de la Tecnología hubiera sido imposible contar con instrumentos adecuados para estudiar la célula.



DESCRIPCIÓN DE LA CÉLULA

Forma y tamaño

La forma de las células es muy variada y responde en muchas ocasiones a sus funciones o modos de vida, por ejemplo células esféricas como los leucocitos flotan libremente en los líquidos, las neuronas son células estrelladas que pueden recibir y enviar mensajes nerviosos en muchas direcciones...

El tamaño también es muy variado, las hay visibles a simple vista como la yema del huevo de las aves, pero generalmente son microscópicas.

Estructura interna

Los detalles de la estructura interna de la célula solo se pudieron conocer cuando se descubrió el microscopio electrónico. Pero mucho antes (siglo XIX) ya se sabía que todas las células poseían unos componentes básicos:

- La **membrana plasmática** que envuelve a la célula.
- El **citoplasma** es la mayor parte del contenido de la célula, a excepción del núcleo.
- El **núcleo** es el órgano rector de la célula cuya destrucción o eliminación provoca la muerte celular en poco tiempo.
- Los **orgánulos celulares** son estructuras que presentan diferentes funciones en la célula.

Partiendo de estas características comunes se puede hacer una clasificación de tipos celulares según su organización en células procariotas y eucariotas.

Célula procariótica

Esta organización es característica de células primitivas y simples. El material genético no queda envuelto por ninguna membrana, por lo que el núcleo no aparece bien definido (**región nucleoide**), y los únicos orgánulos que presentan son los ribosomas. Además, la mayor parte de las células procariotas presentan una pared gruesa por fuera de la membrana plasmática.

Este tipo celular es característico de las bacterias que son organismos unicelulares, autótrofos o heterótrofos, pertenecientes al reino Moneras.

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.1. Expresar de forma oral y escrita pensamientos, emociones, vivencias y opiniones.	Describe la estructura de las células procarióticas y eucarióticas.	Texto
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Analiza la necesidad que tienen las células eucarióticas de contener diferentes compartimentos u orgánulos y cada uno de ellos con una función específica.	Texto Activ. C
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Reconoce y diferencia las células procarióticas de las eucarióticas y dentro de estas últimas diferencia las células animales de las vegetales.	Ilustraciones y texto Activ. B
VII. APRENDER A APRENDER	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de decisiones racional y críticamente.	Reconoce los componentes esenciales delas células.	Activ. A



Célula eucariótica

Presenta una mayor complejidad. El material nuclear está protegido por la **envoltura nuclear**, una doble membrana que lo separa del citoplasma. La organización eucariótica precisa de diferentes espacios celulares, los **orgánulos**, que permiten la separación de los distintos procesos metabólicos que en muchas ocasiones son incompatibles entre sí.

Dentro de esta organización celular podemos distinguir dos tipos celulares:

La célula animal

La membrana de la célula es muy fina, sólo visible a través del microscopio electrónico. Es el tipo celular propio de los animales y de muchos microorganismos de vida libre, como los protozoos (fig. 1.7).

La célula vegetal

Suele tener forma prismática y presenta diferencias estructurales importantes respecto a las células animales, entre las que destacan (fig. 1.8):

- Presenta una **pared celular** gruesa, por encima de la membrana plasmática, formada por celulosa, que le aporta soporte mecánico y protección.
- Tiene **cloroplastos**, unos orgánulos exclusivos de las células vegetales que les permiten realizar la fotosíntesis.
- Suelen poseer un **sistema vacuolar** más desarrollado que las células animales.
- Carecen de orgánulos para la sensibilidad y el movimiento como los **centriolos**.

Fig. 1.7 Célula animal

Vocabulario

Metabolismo: conjunto de reacciones químicas que ocurren en el interior de una célula. Existen dos procesos metabólicos relacionados entre sí:

- **Catabolismo:** conjunto de reacciones en las que se libera energía a partir de las biomoléculas orgánicas.
- **Anabolismo:** conjunto de reacciones en las que utilizan esta energía para construir los componentes esenciales de la célula.

Fig. 1.8 Célula vegetal

Actividades

A ¿Cuáles son los componentes esenciales de todas las células?

B ¿Qué diferencias existen entre la célula animal y la vegetal?

C ¿Por qué es necesario separar en compartimentos las diferentes reacciones metabólicas? Razona la respuesta.

SOLUCIONARIO

Actividades

A. ¿Cuáles son los componentes esenciales de todas las células?

Tienen una membrana plasmática que envuelve a la célula y contiene el citoplasma en el que se encuentran flotando los orgánulos subcelulares y donde se encuentra el núcleo.

B. ¿Qué diferencias existen entre la célula animal y la vegetal?

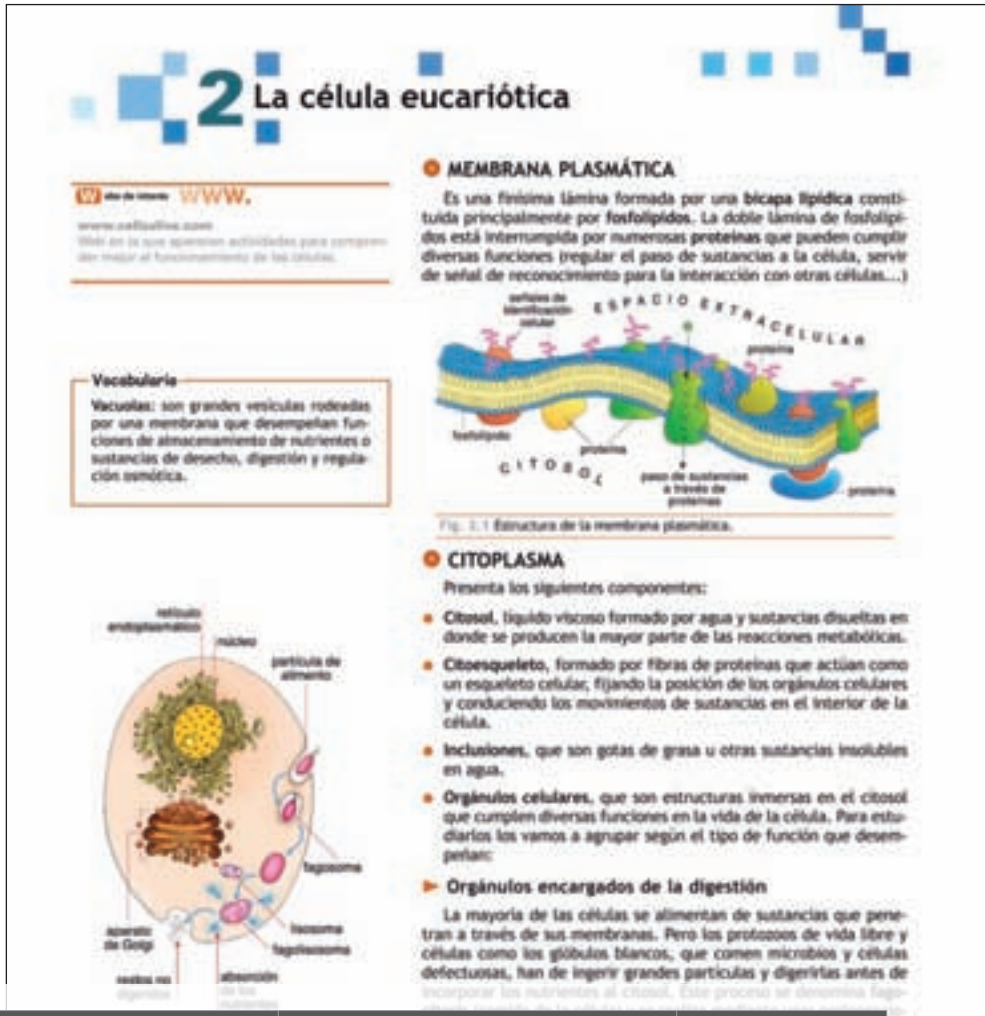
La célula vegetal se diferencia de la animal ya que presenta una pared celular gruesa formada por celulosa que aporta soporte mecánico y protección. Presenta cloroplastos que le permiten realizar la fotosíntesis, carecen de centriolos y suelen tener un sistema vacuolar más desarrollado que las células animales.

C. ¿Por qué es necesario separar en compartimentos las diferentes reacciones metabólicas? Razona la respuesta.

Se dan en compartimentos diferentes principalmente para que no interfieran las reacciones catabólicas con las anabólicas y así separar los dos procesos ya que suelen tener elementos intermedios en común.

RESUMEN

En este apartado se detalla la estructura de la célula eucariótica. Comienza con el estudio de la membrana plasmática y a continuación del citoplasma. Los orgánulos citoplasmáticos se agrupan para su estudio según la función que realizan: digestión, elaboración de sustancias, obtención de energía y, sensibilidad y movimiento. Por último se desarrolla la estructura nuclear y se destaca su papel como el orgánulo rector del funcionamiento de la célula.


2 La célula eucariótica

www.

Vocabulario

Vacuolas: son grandes vesículas rodeadas por una membrana que desempeñan funciones de almacenamiento de nutrientes o sustancias de desecho, digestión y regulación osmótica.

MEMBRANA PLASMÁTICA

Es una finísima lámina formada por una **bicapa lipídica** constituida principalmente por **fosfolípidos**. La doble lámina de fosfolípidos está interrumpida por numerosas **proteínas** que pueden cumplir diversas funciones (regular el paso de sustancias a la célula, servir de señal de reconocimiento para la interacción con otras células...)

ESPACIO EXTRACELULAR

proteína

fosfolípido

CITOSOL

paso de sustancias a través de proteínas

Fig. 3.1 Estructura de la membrana plasmática.

CITOPLASMA

Presenta los siguientes componentes:

- **Citosol**, líquido viscoso formado por agua y sustancias disueltas en donde se producen la mayor parte de las reacciones metabólicas.
- **Citoesqueleto**, formado por fibras de proteínas que actúan como un esqueleto celular, fijando la posición de los orgánulos celulares y conduciendo los movimientos de sustancias en el interior de la célula.
- **Inclusiones**, que son gotas de grasa u otras sustancias insolubles en agua.
- **Orgánulos celulares**, que son estructuras inmersas en el citosol que cumplen diversas funciones en la vida de la célula. Para estudiarlos los vamos a agrupar según el tipo de función que desempeñan:

Orgánulos encargados de la digestión

La mayoría de las células se alimentan de sustancias que penetran a través de sus membranas. Pero los protozoos de vida libre y células como los glóbulos blancos, que comen microbios y células defectuosas, han de ingerir grandes partículas y digerirlas antes de

núcleo

partícula de alimento

fagosoma

aparato de Golgi

lisosoma

fagolisosoma

absorción

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.1. Expresar de forma oral y escrita pensamientos, emociones, vivencias y opiniones.	Describe la estructura y función de la membrana plasmática y de los orgánulos celulares.	Texto
	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado para explicar la función de los orgánulos celulares.	Texto e ilustraciones
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Analiza e interpreta como las células realizan la digestión y elaboran sustancias.	Activ. A, B y C
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Diferencia el proceso de secreción y el de egestión o defecación.	Activ. B
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Comprende la relación entre los ribosomas y los lisosomas.	Activ. C
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Reconoce en esquemas los orgánulos celulares y la función que desempeñan.	Texto. Ilustraciones.
VII. APRENDER A APRENDER	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de	Comprende la necesidad de los diferentes orgánulos presentes en las células eucarióticas.	Texto



de jugos digestivos que se encargan de la digestión intracelular. Se forman así los fagolisosomas (vacuolas digestivas) donde el alimento es convertido poco a poco en sus componentes más sencillos.

Los restos no digeridos son eliminados cuando la vacuola se fusiona con la membrana plasmática y se abre al exterior. Es la **egestión** o **defecación celular.**

Orgánulos para elaborar sustancias

- **Ribosomas:** son pequeños gránulos dispersos por el citosol o adosados a las paredes del retículo endoplasmático rugoso que elaboran las proteínas que necesitan las células.
- **Retículo endoplasmático:** forma una extensa red de espacios membranosos interconectados que llegan a envolver al núcleo formando la envoltura nuclear. Se pueden diferenciar dos tipos:

Retículo endoplasmático
Núcleo
Membrana nuclear

Fig. 2.4 Retículo endoplasmático

- **Retículo endoplasmático rugoso:** posee ribosomas asociados a la cara externa de su membrana. Se encarga de modificar en su interior las proteínas que sintetizan los ribosomas. Dichas proteínas tendrán como destino la membrana plasmática, otras estructuras celulares o el exterior.
- **Retículo endoplasmático liso:** carece de ribosomas adheridos y se encarga principalmente de la síntesis de lípidos.
- **Aparato de Golgi:** está formado por estructuras membranosas que forman sáculos aplanados no comunicados entre sí que reciben vesículas procedentes del retículo endoplasmático. Continúan con la transformación de las sustancias producidas en el retículo endoplasmático y se encargan de su distribución en el interior de la célula, formando por ejemplo lisosomas, o enviando estas sustancias al exterior, en un proceso que conocemos como **secreción celular.**

Fig. 2.5 Aparato de Golgi.

Fig. 2.3 Ribosoma.

vesícula de secreción
sustancias secretadas
lisosoma
aparato de Golgi
vesículas de transporte
ribosomas
retículo endoplasmático

Fig. 2.6 Esquema del transporte de sustancias elaboradas por la célula

Actividades

A Recuerda las funciones del aparato digestivo y compáralas con las funciones de nutrición de la célula ¿Qué estructuras son equivalentes a la boca, al estómago, a los intestinos y al ano? Explícalo.

B Explica las diferencias entre el proceso de secreción y el de egestión o defecación.

C ¿Tienen alguna relación los ribosomas y los lisosomas? Explícala.

63

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Recuerda las funciones del aparato digestivo y compáralas con las de nutrición de la célula. ¿Qué estructuras son equivalentes a la boca, al estómago, a los intestinos y al ano? Explícalo

La región equivalente a la boca sería la zona de la superficie celular donde se produjera una invaginación para rodear una partícula alimenticia y producir un fagosoma; en algunos protozoos, esto ocurre en una región especializada de la superficie celular que se denomina citostoma, es decir, boca de la célula; pero en la mayoría de las células capaces de hacer fagocitosis, esto ocurre en cualquier región de la superficie celular.

La estructura equivalente al estómago sería el fagolisosoma o vacuola digestiva, es decir, el resultado de la unión entre un lisosoma, cargado de enzimas digestivas, y el fagosoma con la partícula a digerir; la misma estructura equivaldría al intestino, pues además de digerir la partícula nutritiva, absorbe los nutrientes obtenidos a través de la membrana del fagolisosoma, igual que hacen las paredes del intestino.

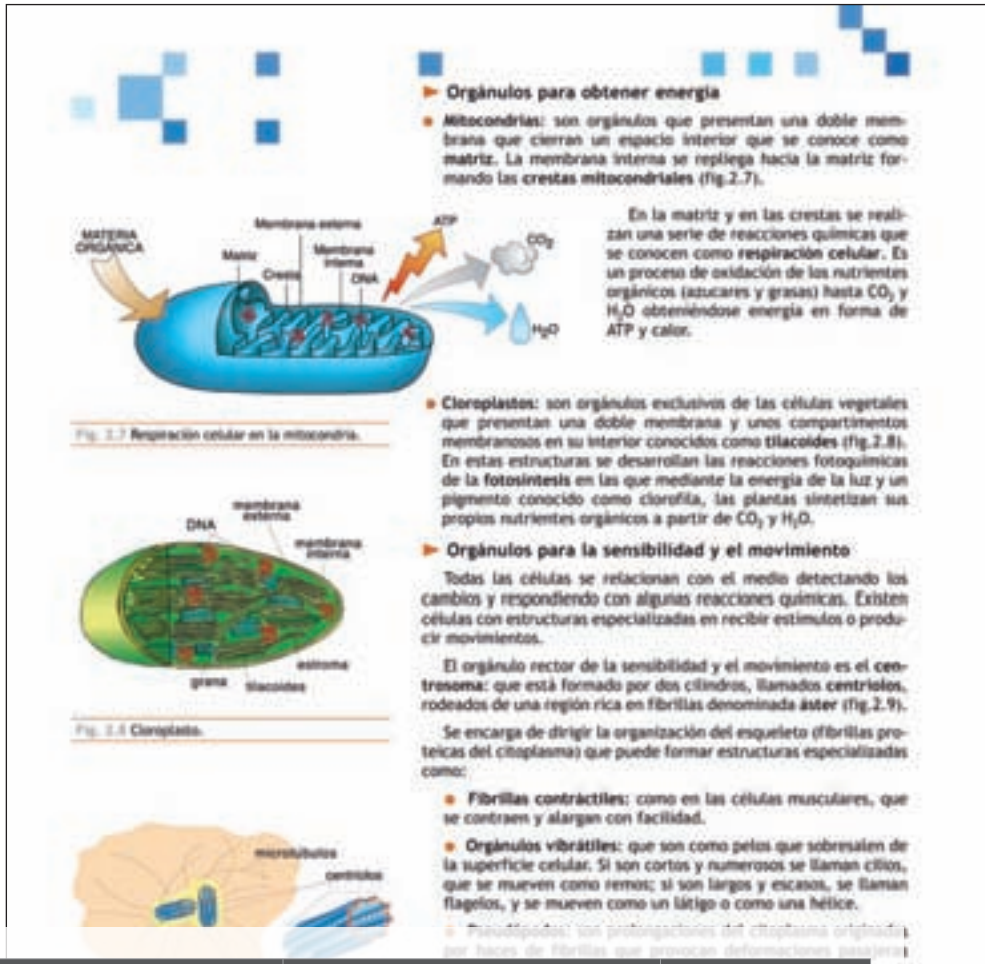
La estructura equivalente al ano sería la región de la superficie celular donde un fagolisosoma cargado de residuos de una digestión, se fusiona con la membrana y expulsa al exterior dichos residuos; igual que hemos dicho para la boca, también hay protozoos que tienen una región especializada en esa función, que recibe el nombre de citopigio, o sea, ano celular; pero en la mayoría de los Protozoos (organismos unicelulares), cualquier región de la superficie es apta para dicha función, y en el caso de los organismos pluricelulares, sus células han perdido la función de la egestión o defecación celular.

B. Explica las diferencias entre el proceso de secreción y el de egestión o defecación.

En la defecación celular se lanzan al exterior de la célula los productos de desecho que no han podido ser digeridos por los lisosomas; son sustancias inservibles o incluso dañinas para las células. En la secreción, la célula lanza al exterior sustancias elaboradas por ella expresamente para ser exportadas, pues han de realizar las funciones en el exterior de la célula; no se trata de productos de desecho, sino de sustancias elaboradas expresamente para realizar una función.

C. ¿Tienen alguna relación los ribosomas y los lisosomas? Explícala.

Los ribosomas son los orgánulos encargados de sintetizar proteínas, y el contenido de los lisosomas son proteínas enzimáticas son función digestiva. Si las proteínas elaboradas por los ribosomas tienen como misión la digestión, se introducirán en el R.E., donde sufrirán algunas transformaciones, y de ahí pasarán, en vesículas de transporte, al aparato Golgi, donde concluirán sus transformaciones, y del aparato Golgi saldrán en vesículas que constituirán los lisosomas.



Orgánulos para obtener energía

- **Mitocondrias:** son orgánulos que presentan una doble membrana que cierran un espacio interior que se conoce como **matriz**. La membrana interna se repliega hacia la matriz formando las **crestas mitocondriales** (fig.2.7).

En la matriz y en las crestas se realizan una serie de reacciones químicas que se conocen como **respiración celular**. Es un proceso de oxidación de los nutrientes orgánicos (azucares y grasas) hasta CO_2 y H_2O obteniéndose energía en forma de ATP y calor.

Fig. 2.7 Respiración celular en la mitocondria.

- **Cloroplastos:** son orgánulos exclusivos de las células vegetales que presentan una doble membrana y unos compartimentos membranosos en su interior conocidos como **tilacoides** (fig.2.8). En estas estructuras se desarrollan las reacciones fotoquímicas de la **fotosíntesis** en las que mediante la energía de la luz y un pigmento conocido como clorofila, las plantas sintetizan sus propios nutrientes orgánicos a partir de CO_2 y H_2O.

Fig. 2.8 Cloroplasto.

Orgánulos para la sensibilidad y el movimiento

Todas las células se relacionan con el medio detectando los cambios y respondiendo con algunas reacciones químicas. Existen células con estructuras especializadas en recibir estímulos o producir movimientos.

El orgánulo rector de la sensibilidad y el movimiento es el **centrosoma**: que está formado por dos cilindros, llamados **centriolos**, rodeados de una región rica en fibrillas denominada **áster** (fig.2.9).

Se encarga de dirigir la organización del esqueleto (fibrillas proteicas del citoplasma) que puede formar estructuras especializadas como:

- **Fibrillas contráctiles:** como en las células musculares, que se contraen y alargan con facilidad.
- **Orgánulos vibrátiles:** que son como pelos que sobresalen de la superficie celular. Si son cortos y numerosos se llaman cilios, que se mueven como remos; si son largos y escasos, se llaman flagelos, y se mueven como un látigo o como una hélice.

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.1. Expresar de forma oral y escrita pensamientos, emociones, vivencias y opiniones.	Describe la estructura y función del núcleo.	Texto Activ. B y C
	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado para describir las estructuras especializadas en la sensibilidad y el movimiento.	Texto
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Interpreta las diferentes estructuras especializadas en los movimientos celulares.	Texto Activ. D
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Identifica las diferentes partes de núcleo.	Ilustraciones y texto
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Analiza e interpreta la existencia de poros en la membrana nuclear.	Texto Activ. C
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Analiza e interpreta ilustraciones de los diferentes orgánulos descritos.	Texto e Ilustraciones
VII. APRENDER A APRENDER	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de decisiones racional y críticamente.	Comprende la importancia de los orgánulos energéticos presentes en las células eucarióticas animales y vegetales.	Texto e Ilustraciones. Activ. A



Fig. 2.10 Movimientos celulares: a) ameboide; b) con cilios; c) con flagelos

Fig. 2.11 Núcleo atípico, lobulado, de un glóbulo blanco.

Fig. 2.12 Núcleo

Fig. 2.13 Cromosomas

EL NÚCLEO.

Destaca siempre en el interior de la célula, se encuentra en posición más o menos central y con forma redondeada, aunque con algunas excepciones como los núcleos lobulados de algunos glóbulos blancos de la sangre o los numerosos nucleos de las células musculares.

En él podemos destacar:

- **Envoltura nuclear:** se trata de una doble membrana continuación del retículo endoplasmático, interrumpida por numerosos poros de comunicación que regulan el intercambiu de sustancias entre el núcleo y el citoplasma.
- **Jugo nuclear:** líquido equivalente al citosol en cuyo seno se encuentran los demás componentes del núcleo.
- **Nucléolo:** mancha que aparece en los núcleos fuera del periodo de división celular. Es el lugar donde se producen los ribosomas, que una vez formados se trasladarán al citoplasma para ejercer su función.
- **Cromosomas:** están formados por moléculas de ácido desoxirribonucleico (DNA), que constituye el material hereditario, que regula el funcionamiento de la célula. Sólo son visibles en el periodo de división celular; el resto del tiempo se encuentran dispersos en el jugo nuclear constituyendo la **cromatina.**

Actividades

A Las plantas también tienen mitocondrias ¿Por qué?
B ¿Qué misión tiene el nucléolo del núcleo?
C Los cromosomas no salen nunca del núcleo ¿Qué utilidad pueden tener entonces los poros de la membrana nuclear?
D ¿Por qué necesitan desarrollar pseudópodos los glóbulos blancos de la sangre?

65

SOLUCIONARIO

Actividades

A. ¿Las plantas también tienen mitocondrias? ¿Por qué?

Si, ya que estos orgánulos son los encargados de la respiración celular, donde se oxidan los nutrientes orgánicos hasta obtener energía en forma de calor y ATP.

B. ¿Qué misión tiene el nucléolo del núcleo?

Es una parte del núcleo donde se producen los ribosomas que después pasarán al citoplasma donde quedarán libres o se unirán al retículo endoplasmático y producirán las proteinas.

C. Los cromosomas no salen nunca del núcleo ¿Qué utilidad pueden tener entonces los poros de la membrana nuclear?

Aunque los cromosomas no salgan del núcleo, el DNA que los constituye debe realizar sus funciones de regulación del funcionamiento de la célula, lo cual realiza sintetizando sustancias (concretamente el RNA, aunque a este nivel no es necesario citarlo) que han de salir del núcleo al citoplasma para realizar su función (concretamente, la síntesis de proteínas). Asimismo, el citoplasma deberá informar al DNA del estado de las funciones celulares, lo cual realizará mediante proteínas y otras sustancias que habrán de pasar del citoplasma al interior del núcleo.

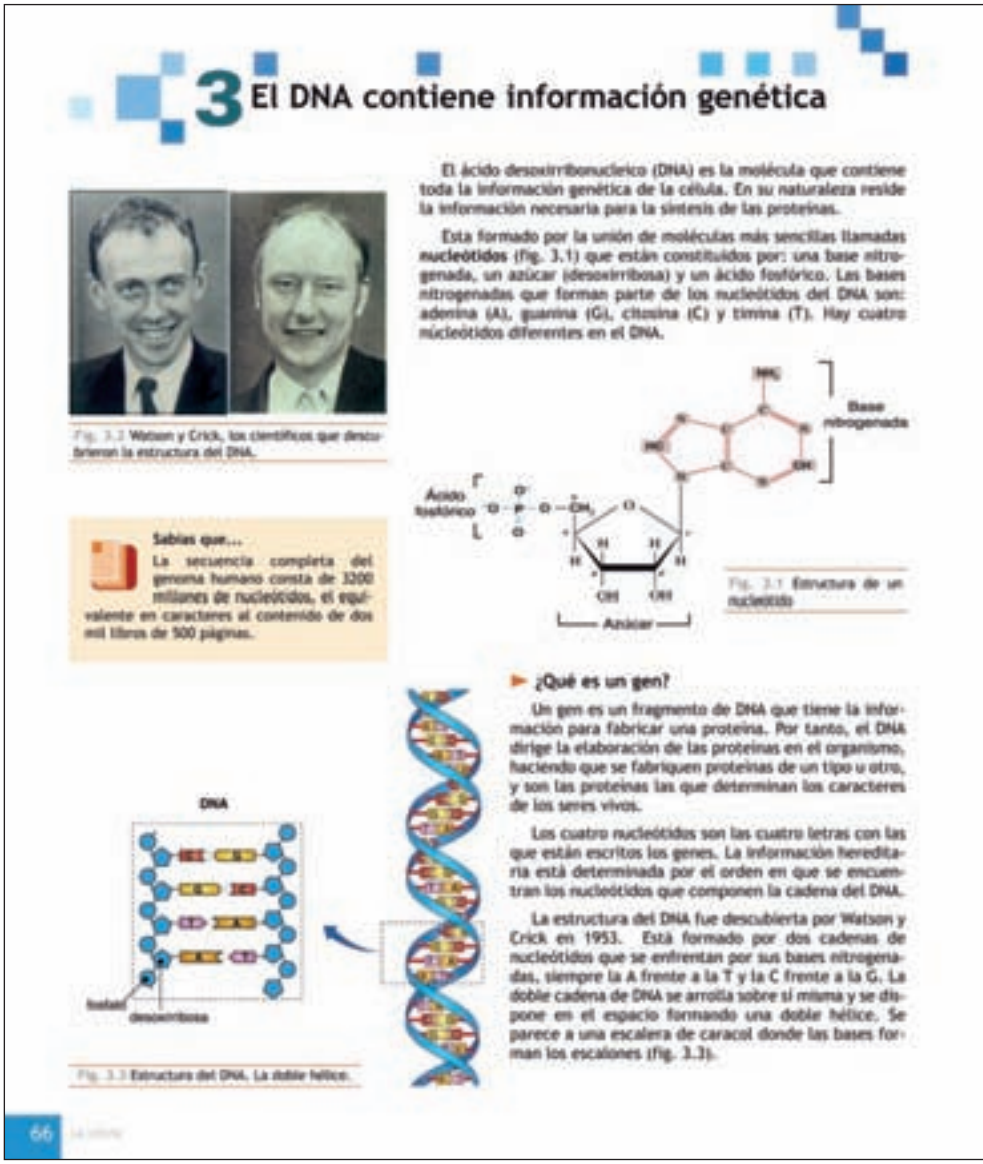
D. ¿Por qué necesitan desarrollar pseudópodos los glóbulos blancos de la sangre?

Los glóbulos blancos de la sangre son células que intervienen en la defensa del organismo ante sustancias extrañas o agentes infecciosos por lo que deben moverse libremente y para ello desarrollan pseudópodos.

RESUMEN

El DNA es la molécula portadora de la información genética y dicta las órdenes para que la célula elabore sus proteínas, siendo éstas últimas las que llevan a cabo las funciones celulares, determinando así los caracteres de los seres vivos. Un gen es un fragmento de DNA que tiene información para fabricar una proteína. A lo largo de una molécula de DNA hay muchos genes.

En las células eucarióticas, las moléculas de DNA son muy largas y para poder estar dentro de un núcleo microscópico se asocian a proteínas y se repliegan y empaquetan formando la cromatina y los cromosomas.



3 El DNA contiene información genética

El ácido desoxirribonucleico (DNA) es la molécula que contiene toda la información genética de la célula. En su naturaleza reside la información necesaria para la síntesis de las proteínas.

Está formado por la unión de moléculas más sencillas llamadas **nucleótidos** (Fig. 3.1) que están constituidos por: una base nitrogenada, un azúcar (desoxirribosa) y un ácido fosfórico. Las bases nitrogenadas que forman parte de los nucleótidos del DNA son: adenina (A), guanina (G), citosina (C) y timina (T). Hay cuatro nucleótidos diferentes en el DNA.

Fig. 3.2 Watson y Crick, los científicos que descubrieron la estructura del DNA.

Sabías que...
La secuencia completa del genoma humano consta de 3200 millones de nucleótidos, el equivalente en caracteres al contenido de dos mil libros de 500 páginas.

Base nitrogenada
Ácido fosfórico
Azúcar
Fig. 3.1 Estructura de un nucleótido

¿Qué es un gen?

Un gen es un fragmento de DNA que tiene la información para fabricar una proteína. Por tanto, el DNA dirige la elaboración de las proteínas en el organismo, haciendo que se fabriquen proteínas de un tipo u otro, y son las proteínas las que determinan los caracteres de los seres vivos.

Los cuatro nucleótidos son las cuatro letras con las que están escritos los genes. La información hereditaria está determinada por el orden en que se encuentran los nucleótidos que componen la cadena del DNA.

La estructura del DNA fue descubierta por Watson y Crick en 1953. Está formado por dos cadenas de nucleótidos que se enfrentan por sus bases nitrogenadas, siempre la A frente a la T y la C frente a la G. La doble cadena de DNA se arrolla sobre sí misma y se dispone en el espacio formando una doble hélice. Se parece a una escalera de caracol donde las bases forman los escalones (Fig. 3.3).

DNA
fosfato
desoxirribosa
Fig. 3.3 Estructura del DNA. La doble hélice.

66

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado para describir la estructura del DNA y la de los cromosomas	Texto, Ilustraciones.
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Analiza e interpreta la importancia del almacenamiento de la información genética en el núcleo celular.	Texto Activ. A y B
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Explica la relación existente entre los cromosomas, las cromátidas, la cromatina y el DNA.	Ilustraciones y texto Activ. D
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Realiza esquemas y comprende como el DNA se repliega y se empaqueta alrededor de proteínas hasta formar los cromosomas.	Activ. C
VII. APRENDER A APRENDER	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de decisiones racional y críticamente.	Identifica a los cromosomas como portadores de la información genética.	Texto



¿Dónde están los genes?

Cada uno de nuestros núcleos celulares contiene una cantidad enorme de DNA. Este se encuentra replegado gracias a unas proteínas, como las histonas, que lo empaquetan y lo estabilizan formando la **cromatina**. Cuando la célula entra en división, la **cromatina** se empaqueta mucho más, alrededor de otras proteínas, hasta formar los **cromosomas**.

Cuando se observan los cromosomas al comienzo de la división celular, se ve que son dobles ya que están formados por dos moléculas idénticas de DNA que reciben el nombre de **cromátidas**. El lugar por donde se unen se denomina **centrómero** (fig. 3.4 y 3.5a).

Al final de la división celular los cromosomas están formados por una sola cromatida (fig.3.5 b).

Todas las células de la misma especie contienen el mismo número de cromosomas, en el caso del ser humano las células presentan 46 cromosomas. El conjunto de cromosomas de una célula recibe el nombre de **cariotipo** (fig. 3.6).

En el cariotipo puede comprobarse que los cromosomas son iguales dos a dos. A estos cromosomas idénticos se les denomina **cromosomas homólogos**: uno de ellos ha sido aportado por el espermatozoide paterno y el otro por el óvulo materno. Se unieron en la fecundación, cuando se originó el cigoto que habría de desarrollarse para constituir el nuevo individuo.

Como las células de los organismos tienen parejas de cromosomas homólogos, o sea, parejas de cromosomas que tienen los mismos genes, todos los individuos tienen dos ejemplares de cada gen. Las células humanas, a excepción de los gametos, tienen 23 pares de cromosomas.

Actividades

A ¿Dónde se encuentra la información en el DNA?

B ¿Cómo es posible que podamos guardar tanta información en el núcleo?

C Dibuja un cromosoma y señala sus partes más importantes.

D Explica la relación existente entre cromosomas, cromátidas, cromatina y DNA.

67

SOLUCIONARIO

Actividades

A. ¿Dónde se encuentra la información en el DNA?

La información hereditaria está determinada por el orden en que se encuentran los nucleótidos que componen la cadena del ADN.

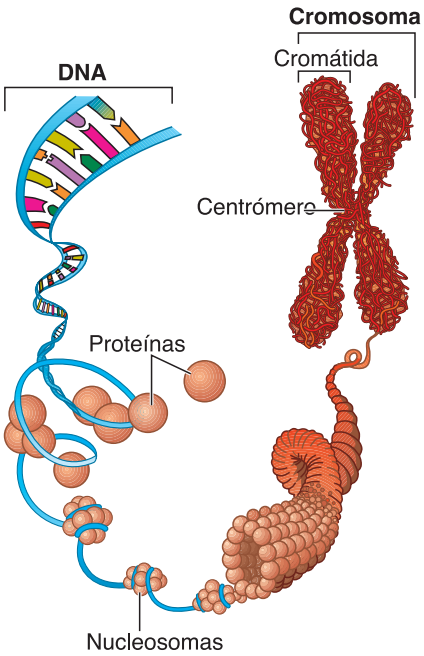
B. ¿Cómo es posible que podamos guardar tanta información en el núcleo?

Esto es debido a que toda esta información se encuentra replegada gracias a unas proteínas llamadas histonas que lo empaquetan y estabilizan formando la cromatina.

C. Dibuja un cromosoma y señala sus partes más importantes.

D. Explica la relación existente entre cromosomas, cromátidas, cromatina y DNA.

Los cromosomas, antes de la mitosis, están formados por dos cromátidas que contienen la misma información genética. En la anafase las dos cromátidas se separan y cada una de ellas se constituye en un cromosoma independiente, con una sola cromátida. Los cromosomas y las cromátidas, están formados por una sustancia llamada cromatina, que recibió ese nombre porque se coloreaba fácilmente en las preparaciones microscópicas. La cromatina está formada por DNA y proteínas.



RESUMEN

En este apartado y después de haber visto donde reside la información genética y como se organiza ésta en el interior del núcleo, vamos a estudiar en primer lugar la reproducción celular y a continuación los tipos de reproducción: sexual y asexual en los organismos pluricelulares.

El ciclo de vida de una célula o ciclo celular, presenta dos etapas diferentes: una primera etapa de crecimiento, hasta que la célula alcanza un tamaño adecuado, y una segunda etapa de división dando lugar a dos células hijas.

En la división celular podemos distinguir dos procesos diferentes: la Mitosis o división del núcleo y la citocinesis o división del citoplasma.



4 Reproducción celular

Sabías que...

Las células que pierden el control sobre su ciclo celular proliferan sin control y producen lo que comúnmente llamamos cáncer.

Duplicación de las estructuras celulares
Duplicación del ADN
Mitosis
Crecimiento

Fig. 4.1 El ciclo celular

Fig. 4.2 Micrografía de células en división.

EL CICLO CELULAR

El conjunto de procesos que vive una célula desde que nace hasta que se divide en dos células hijas recibe el nombre de **ciclo celular** (fig. 4.1).

A lo largo de su vida, las células se nutren y aumentan de tamaño. Cuando una célula ha alcanzado un tamaño adecuado, normalmente se duplica produciendo dos células hijas en todo semejantes a la célula madre que las ha originado. Las nuevas células también crecerán hasta alcanzar el tamaño adecuado para duplicarse. En este proceso podemos distinguir:

I. **Interfase**: la fase de crecimiento celular se llama también interfase o fase de reposo; en ella se suelen distinguir tres etapas principales:

- La célula crece y va multiplicando los orgánulos necesarios para su vida.
- Se duplica la cantidad de DNA que contiene la célula.
- Se duplican las estructuras necesarias para que la célula pueda reproducirse y transmitir a las células hijas el material celular necesario.

II. **División celular**: fenómeno complejo por el cual los materiales celulares se dividen en partes iguales entre las dos células hijas. En la división celular hay que considerar dos procesos distintos:

- **Mitosis**, o división del núcleo.
- **Citocinesis** o división del citoplasma.

DIVISIÓN CELULAR

La mitosis

La mitosis es el proceso mediante el cual el número celular se divide en dos. Es un proceso complejo, en que cada uno de los núcleos hijos recibe una información genética equivalente a la del núcleo de la célula progenitora (fig. 4.3).

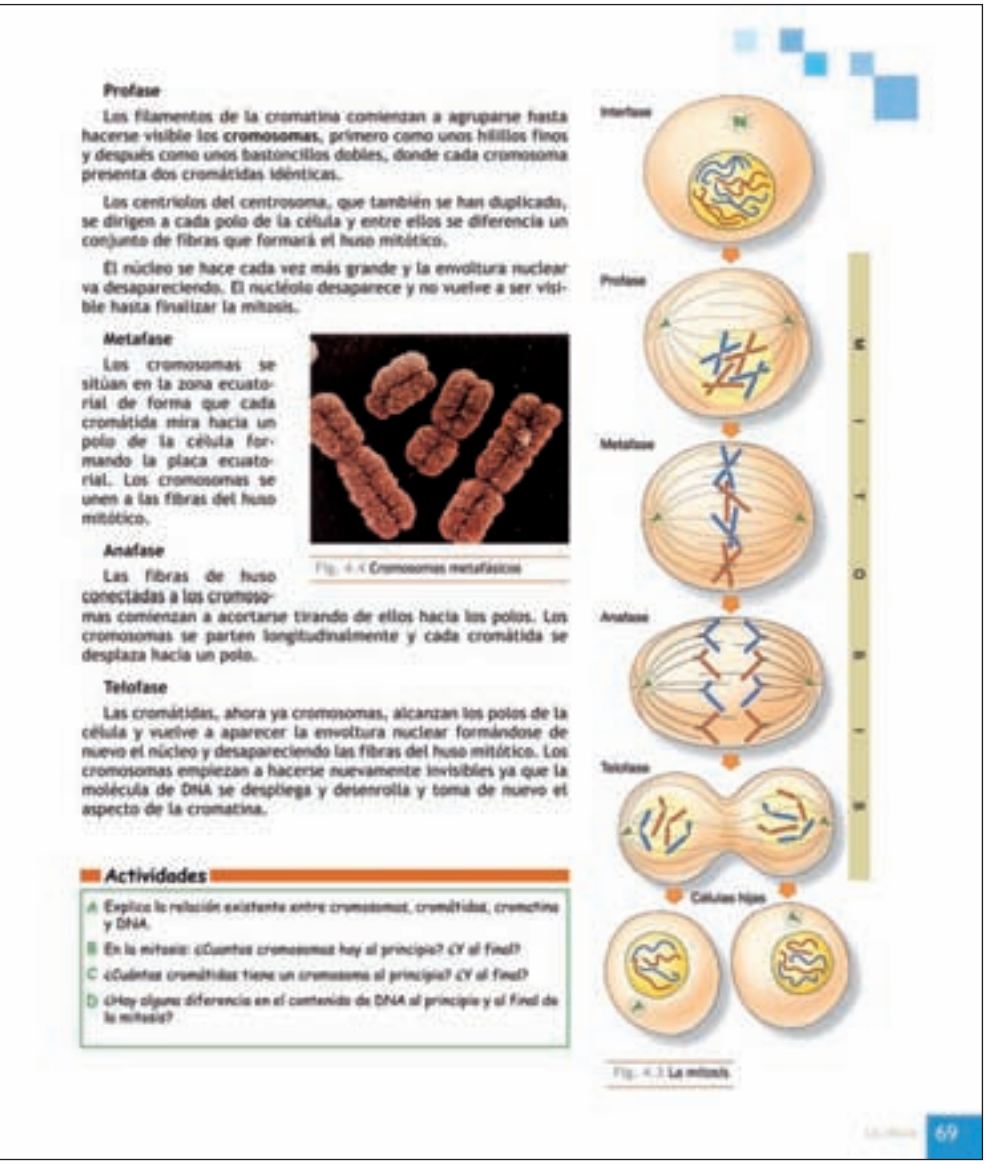
Antes de que comience la mitosis, la célula ya ha duplicado sus moléculas de DNA, lo que pasa es que éstas permanecen invisibles durante toda la interfase. Las dos moléculas de DNA hermanas permanecen unidas en un punto, así que los cromosomas de las células que comienzan su división tienen en realidad dos moléculas de DNA unidas, que reciben el nombre de **cromátidas**.

La mitosis es un proceso continuo, pero se suele dividir en cuatro fases: **profase, metafase, anafase y telofase**.

68

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado para describir el ciclo celular y la división celular.	Texto
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Identifica la cantidad de DNA y el número de cromosomas y cromátidas que existen antes y después de la mitosis.	Activ. B, C y D
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Establece la relación entre cromosomas, cromátidas, cromatina y DNA.	Texto Activ. A
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Reconoce en esquemas y dibujos las diferentes fases de la mitosis.	Texto e ilustraciones
VII. APRENDER A APRENDER	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de decisiones racional y críticamente.	Analiza la importancia del ciclo celular y del control de su funcionamiento.	Texto



Profase

Los filamentos de la cromatina comienzan a agruparse hasta hacerse visible los **cromosomas**, primero como unos hilillos finos y después como unos bastoncillos dobles, donde cada cromosoma presenta dos cromátidas idénticas.

Los centriolos del centrosoma, que también se han duplicado, se dirigen a cada polo de la célula y entre ellos se diferencia un conjunto de fibras que formará el huso mitótico.

El núcleo se hace cada vez más grande y la envoltura nuclear va desapareciendo. El nucléolo desaparece y no vuelve a ser visible hasta finalizar la mitosis.

Metafase

Los cromosomas se sitúan en la zona ecuatorial de forma que cada cromátida mira hacia un polo de la célula formando la placa ecuatorial. Los cromosomas se unen a las fibras del huso mitótico.

Fig. 4.4 Cromosomas metafásicos

Anafase

Las fibras de huso conectadas a los cromosomas comienzan a acortarse tirando de ellos hacia los polos. Los cromosomas se parten longitudinalmente y cada cromátida se desplaza hacia un polo.

Telofase

Las cromátidas, ahora ya cromosomas, alcanzan los polos de la célula y vuelve a aparecer la envoltura nuclear formándose de nuevo el núcleo y desapareciendo las fibras del huso mitótico. Los cromosomas empiezan a hacerse nuevamente invisibles ya que la molécula de DNA se despliega y desenrolla y toma de nuevo el aspecto de la cromatina.

Actividades

A Explica la relación existente entre cromosomas, cromátidas, cromatina y DNA.

B En la mitosis: ¿Cuantos cromosomas hay al principio? ¿Y al final?

C ¿Cuántas cromátidas tiene un cromosoma al principio? ¿Y al final?

D ¿Hay alguna diferencia en el contenido de DNA al principio y al final de la mitosis?

Fig. 4.3 La mitosis

69

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Explica la relación existente entre cromosomas, cromátidas, cromatina y DNA.

Los cromosomas, antes de la mitosis, están formados por dos cromátidas que contienen la misma información genética. En la anafase las dos cromátidas se separan y cada una de ellas se constituye en un cromosoma independiente, con una sola cromátida. Los cromosomas y las cromátidas, están formados por una sustancia llamada cromatina, que recibió ese nombre porque se coloreaba fácilmente en las preparaciones microscópicas. La cromatina está formada por DNA y proteínas.

B. En la mitosis ¿cuántos cromosomas hay al principio? ¿Y al final?

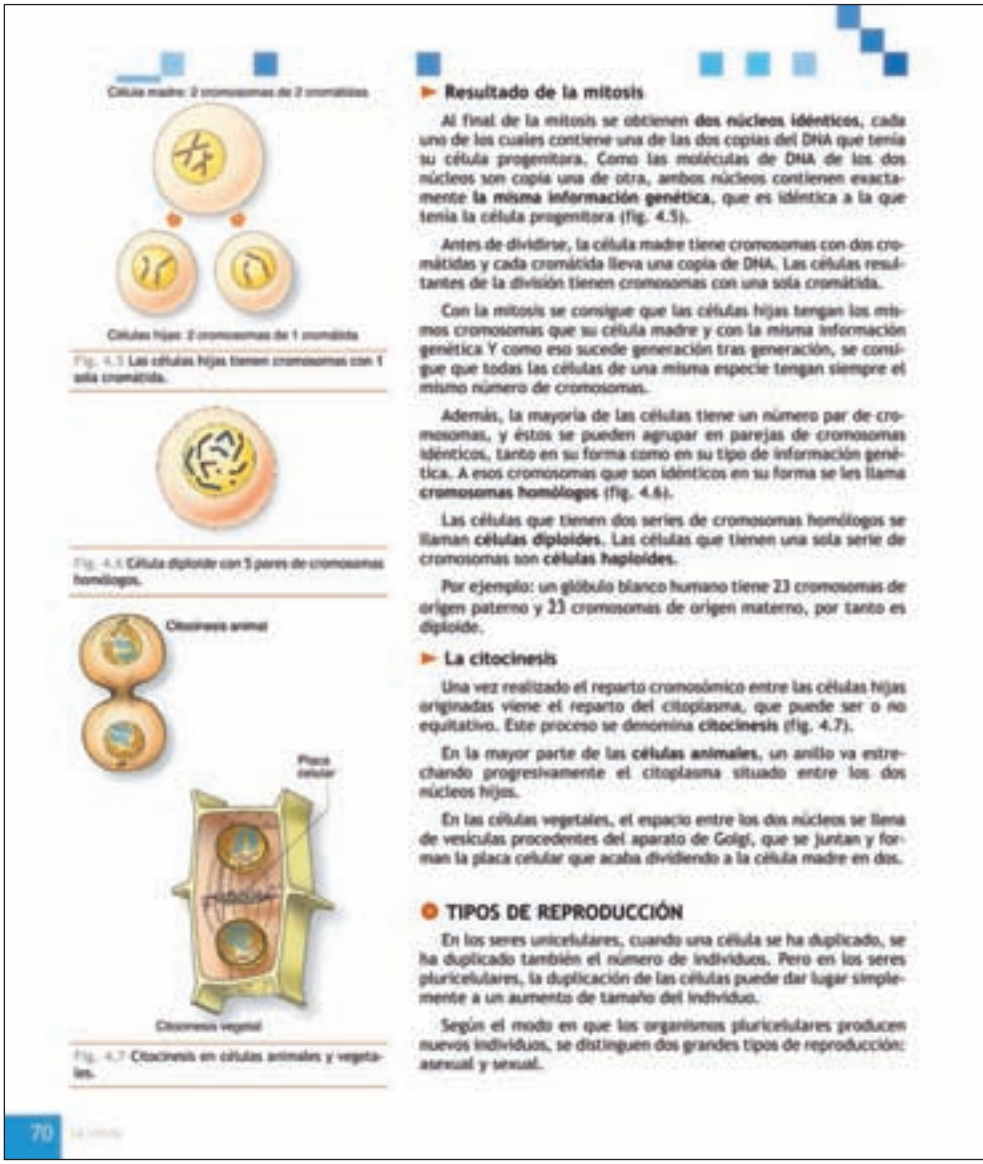
Al principio de la mitosis el número de cromosomas es 2n. Si se toma el ejemplo de la figura 4.3, hay 4. Al final de la mitosis el número de cromosomas es 2n. En el mismo ejemplo, al final de la mitosis habrá también 2n = 4.

C. ¿Cuántas cromátidas tiene un cromosoma al principio? ¿Y al final?

Los cromosomas tienen dos cromátidas al inicio de la mitosis, mientras que al final de la mitosis tienen una sola cromátida.

D. ¿Hay alguna diferencia entre la cantidad de DNA que hay al principio y al final de la mitosis?

Cuantitativamente, el contenido en DNA en cada una de las células hijas es la mitad del que tenía la célula madre, ya que se ha repartido equitativamente. La información contenida en cada una de las células hijas es idéntica, aunque la célula madre tenía dos copias de DNA y las células hijas sólo una. Identifica los pliegues de la fotografía.



Células madre: 2 cromosomas de 2 cromátidas

Células hijas: 2 cromosomas de 1 cromátida

Fig. 4.5 Las células hijas tienen cromosomas con 1 sola cromátida.

Fig. 4.6 Célula diploide con 5 pares de cromosomas homólogos.

Citocinesis animal

Placa celular

Citocinesis vegetal

Fig. 4.7 Citocinesis en células animales y vegetales.

Resultado de la mitosis

Al final de la mitosis se obtienen **dos núcleos idénticos**, cada uno de los cuales contiene una de las dos copias del DNA que tenía su célula progenitora. Como las moléculas de DNA de los dos núcleos son copia una de otra, ambos núcleos contienen exactamente **la misma información genética**, que es idéntica a la que tenía la célula progenitora (fig. 4.5).

Antes de dividirse, la célula madre tiene cromosomas con dos cromátidas y cada cromátida lleva una copia de DNA. Las células resultantes de la división tienen cromosomas con una sola cromátida.

Con la mitosis se consigue que las células hijas tengan los mismos cromosomas que su célula madre y con la misma información genética. Y como eso sucede generación tras generación, se consigue que todas las células de una misma especie tengan siempre el mismo número de cromosomas.

Además, la mayoría de las células tiene un número par de cromosomas, y éstos se pueden agrupar en parejas de cromosomas idénticos, tanto en su forma como en su tipo de información genética. A esos cromosomas que son idénticos en su forma se les llama **cromosomas homólogos** (fig. 4.6).

Las células que tienen dos series de cromosomas homólogos se llaman **células diploides**. Las células que tienen una sola serie de cromosomas son **células haploides**.

Por ejemplo: un glóbulo blanco humano tiene 23 cromosomas de origen paterno y 23 cromosomas de origen materno, por tanto es diploide.

La citocinesis

Una vez realizado el reparto cromosómico entre las células hijas originadas viene el reparto del citoplasma, que puede ser o no equitativo. Este proceso se denomina **citocinesis** (fig. 4.7).

En la mayor parte de las **células animales**, un anillo va estrechando progresivamente el citoplasma situado entre los dos núcleos hijos.

En las células vegetales, el espacio entre los dos núcleos se llena de vesículas procedentes del aparato de Golgi, que se juntan y forman la placa celular que acaba dividiendo a la célula madre en dos.

TIPOS DE REPRODUCCIÓN

En los seres unicelulares, cuando una célula se ha duplicado, se ha duplicado también el número de individuos. Pero en los seres pluricelulares, la duplicación de las células puede dar lugar simplemente a un aumento de tamaño del individuo.

Según el modo en que los organismos pluricelulares producen nuevos individuos, se distinguen dos grandes tipos de reproducción: asexual y sexual.

70

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado para describir la importancia de la mitosis	Texto
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Comprende las diferencias entre la citocinesis en las células animales y en las vegetales.	Texto. Activ. A
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza e interpreta las diferencias entre la reproducción sexual y asexual.	Activ. B
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Analiza las características y la importancia de las células germinales y las células somáticas	Texto
VII. APRENDER A APRENDER	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de decisiones racional y críticamente.	Comprender la función de las células germinales en los organismos pluricelulares	Activ. C



En la **reproducción asexual**, el nuevo individuo es formado a partir de un solo organismo. El nuevo organismo presentará los mismos caracteres que su progenitor.

En la **reproducción sexual**, el nuevo individuo es formado a partir de células que proceden de dos organismos distintos y presentará unos caracteres que serán fruto de la combinación de los que aportan los dos progenitores.

Los organismos pluricelulares que se reproducen sexualmente tienen un tipo de células especializadas en la reproducción llamadas **células germinales**. El resto de células del cuerpo no intervienen en la reproducción y se llaman **células somáticas**.

- **Células germinales:** son las células encargadas de la reproducción. El conjunto de las células germinales recibe el nombre de **germen**.
- **Células somáticas:** son el resto de las células del organismo. El conjunto de células somáticas recibe el nombre de **soma**.

Cuando las células somáticas se reproducen, producen sencillamente el crecimiento del organismo; estas células morirán cuando el organismo muera.

En cambio, las células germinales que dan lugar a nuevos organismos, son capaces de transmitir todos los caracteres que necesita el individuo hijo para vivir; es decir, las células germinales pueden producir células especializadas en cada una de las funciones del organismo.

La reproducción asexual

En los animales la reproducción sexual es más frecuente que la asexual, sobre todo en animales superiores. La reproducción asexual en animales suele ser por:

- **Reproducción por fragmentos**, el organismo se rompe en uno o varios fragmentos, a partir de los cuales se origina un individuo nuevo (fig. 4.8).
- **Gemación:** división desigual en donde aparecen unas prominencias sobre el individuo progenitor a partir de las cuales se desarrollará un nuevo organismo.

En las plantas la reproducción asexual se encuentra extraordinariamente difundida y existen muchas modalidades (fig.4.9).

Actividades

A ¿Cuál es la diferencia entre la citocinesis en las células animales y en las vegetales?

B Explica las diferencias existen entre la reproducción sexual y asexual

C ¿Qué función tienen las células germinales en los organismos pluricelulares?

Sabías que...

La reproducción asexual por fragmentos puede darse accidentalmente como en el caso de las estrellas de mar y las lombrices o puede formar parte de la acción del organismo como en el caso de los pólipos y las medusas.

Fig. 4.8 Reproducción asexual.

Fig. 4.9 Reproducción asexual en plantas: a) Estolones. b) Rizoma. c) Tubérculo. d) Bulbo. e) Propágulos adventicios de una crasulácea.

71

SOLUCIONARIO

Actividades

A. ¿Cuál es la diferencia entre la citocinesis en las células animales y las células vegetales?

En las células animales un anillo contráctil se va estrechando progresivamente hasta estrangular el citoplasma situado entre los dos núcleos hijos. En las células vegetales (que carecen de centrosoma) esta separación se forma al acumularse vesículas procedentes del aparato de Golgi llamadas fragmoplastos que se juntan y dividen la célula.

B. Explica las diferencias que existen entre la reproducción sexual y asexual

En la reproducción asexual el nuevo individuo se forma a partir de un solo organismo presentando los mismos caracteres que su progenitor. En la reproducción sexual intervienen dos progenitores por lo que no son idénticos a sus padres. En esta última la reproducción se produce a través de unas células especiales llamadas células germinales.

C. ¿Qué función tienen las células germinales en los organismos pluricelulares?

Son las células encargadas de la reproducción sexual ya que son capaces transmitir los caracteres de los progenitores.

RESUMEN

En el mundo microscópico, probablemente el más complicado de asimilar por parte de los alumnos, se agrupan seres vivos pertenecientes a diferentes reinos: Moneras, Protoctistas y Hongos. Estudiaremos las características de cada uno de ellos y en qué medida nos pueden beneficiar o perjudicar a los seres humanos.



5 El mundo microscópico

Fig. 4.1 La bacteria Salmonella.

Fig. 4.2 Ameba, protozoo que se mueve con pseudópodos en el agua.

Fig. 4.3 Algas Diatomeas.

Fig. 4.4 Micelio de Penicillium, hongo productor de la penicilina.

Los microorganismos son seres de un tamaño inferior a 0,1 mm que sólo pueden observarse al microscopio. Estos seres pueden estar constituidos por una sola célula, por varias células o incluso por estructuras acelulares. De ahí que bajo el término de microorganismos se agrupen seres vivos pertenecientes a diferentes Reinos: Moneras, Protoctistas y Hongos.

Podemos clasificar a los microorganismos en función de su estructura en:

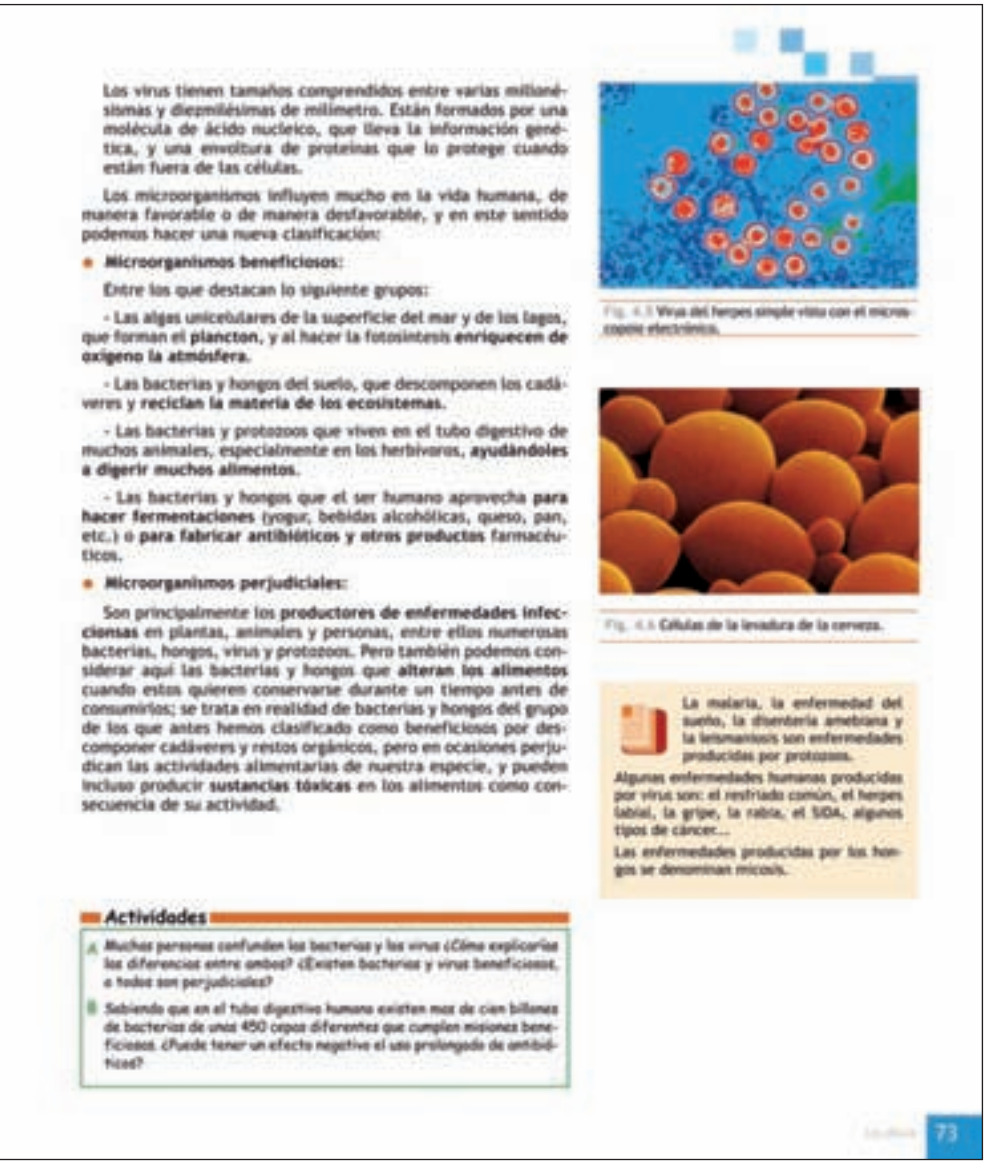
- **Bacterias** pertenecientes al Reino Moneras, formadas por células procariotas y por tanto de muy pequeño tamaño (de una a diez milésimas de milímetro). Constituyen el grupo de seres vivos más abundante del planeta: unas viven en el suelo, otras en el agua; otras en el interior de plantas y animales (fig.4.1), o en su superficie, produciendo enfermedades o alimentándose de materia orgánica en descomposición. Algunas realizan la fotosíntesis, aunque de manera diferente a las plantas.
- **Protozoos** pertenecientes al Reino Protoctistas, formados por células eucariotas de tipo animal, de tamaño comprendido entre una y varias centésimas de milímetro. Viven libremente en el agua dulce o del mar, muchas veces con movimientos propios (fig.4.2), alimentándose de otros microbios o de materia orgánica en descoposición. Algunos viven en el interior e los animales y producen enfermedades como la malaria (*Plasmodium*) o la toxoplamosis (*Toxoplasma*).
- **Algas unicelulares** pertenecientes al Reino Protoctistas, formadas por células eucariotas de tipo vegetal, de tamaño parecido a los protozoos, también se mueven a veces con movimientos propios. Viven libremente en el agua dulce o en el mar y hacen la fotosíntesis (fig.4.3).
- **Hongos**, son organismos unicelulares, como las levaduras, o pluricelulares (fig.4.4) de tamaño microscópico. Viven en lugares húmedos sobre materia orgánica muerta (hongos saprófitos), asociados a algas formando los líquenes (hongos simbióticos) o en el interior o exterior de otros seres vivos pudiendo producir enfermedades.
- **Los virus** son organismos acelulares (más simples que las células). La palabra virus proviene del latín y significa toxina o veneno. Debido a su pequeño tamaño, su observación sólo se puede realizar mediante el microscopio electrónico, y su presencia pasó desapercibida durante mucho tiempo (fig.4.5).

No son activos fuera de las células. Los virus no se nutren ni se relacionan y, sólo en el interior de las células que infectan, son capaces de reproducirse. Esta actividad daña a las células por lo que producen enfermedades y en ocasiones la muerte.

72

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.2. Estructurar el conocimiento dando coherencia y cohesión al discurso.	Describe las diferencias existentes entre los distintos tipos de microorganismos.	Texto Activ. A
	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado para describir las características esenciales de los diferentes grupos de microorganismos.	Texto
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza la importancia de los microorganismos para la vida humana. Identifica los virus como estructuras acelulales.	Activ. A y B Texto
	III.7. A partir del conocimiento del cuerpo humano, de la naturaleza y de la interacción del ser humano con ella, adoptar una disposición a una vida física y mental saludable en un entorno natural y social también saludable, así como desarrollar hábitos de consumo responsable en la vida cotidiana.	Analiza la influencia de los microorganismos en la salud humana y el efecto negativo que puede tener el uso prolongado de antibióticos.	Activ. B
VII. APRENDER A APRENDER	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de decisiones racional y críticamente.	Comprende la importancia de la investigación en la mejora de la salud humana.	Texto



Los virus tienen tamaños comprendidos entre varias millonésimas y diezmilésimas de milímetro. Están formados por una molécula de ácido nucleico, que lleva la información genética, y una envoltura de proteínas que lo protege cuando están fuera de las células.

Los microorganismos influyen mucho en la vida humana, de manera favorable o de manera desfavorable, y en este sentido podemos hacer una nueva clasificación:

- **Microorganismos beneficiosos:**

Entre los que destacan lo siguiente grupos:

- Las algas unicelulares de la superficie del mar y de los lagos, que forman el **plancton**, y al hacer la fotosíntesis **enriquecen de oxígeno la atmósfera.**

- Las bacterias y hongos del suelo, que descomponen los cadáveres y **reciclan la materia de los ecosistemas.**

- Las bacterias y protozoos que viven en el tubo digestivo de muchos animales, especialmente en los herbívoros, **ayudándoles a digerir muchos alimentos.**

- Las bacterias y hongos que el ser humano aprovecha **para hacer fermentaciones** (yogur, bebidas alcohólicas, queso, pan, etc.) o **para fabricar antibióticos y otros productos** farmacéuticos.

- **Microorganismos perjudiciales:**

Son principalmente los **productores de enfermedades infecciosas** en plantas, animales y personas, entre ellos numerosas bacterias, hongos, virus y protozoos. Pero también podemos considerar aquí las bacterias y hongos que **alteran los alimentos** cuando estos quieren conservarse durante un tiempo antes de consumirlos; se trata en realidad de bacterias y hongos del grupo de los que antes hemos clasificado como beneficiosos por descomponer cadáveres y restos orgánicos, pero en ocasiones perjudican las actividades alimentarias de nuestra especie, y pueden incluso producir **sustancias tóxicas** en los alimentos como consecuencia de su actividad.

Fig. 4.3 Virus del herpes simple visto con el microscopio electrónico.

Fig. 4.4 Células de la levadura de la cerveza.

La malaria, la enfermedad del sueño, la disentería amebiana y la leismaniosis son enfermedades producidas por protozoos.

Algunas enfermedades humanas producidas por virus son: el resfriado común, el herpes labial, la gripe, la rabia, el SIDA, algunos tipos de cáncer...

Las enfermedades producidas por los hongos se denominan micosis.

Actividades

A. Muchas personas confunden las bacterias y los virus ¿Cómo explicarías las diferencias entre ambos? ¿Existen bacterias y virus beneficiosos, o todos son perjudiciales?

B. Sabiendo que en el tubo digestivo humano existen más de cien billones de bacterias de unas 450 cepas diferentes que cumplen misiones beneficiosas ¿Puede tener un efecto negativo el uso prolongado de antibióticos?

73

SOLUCIONARIO

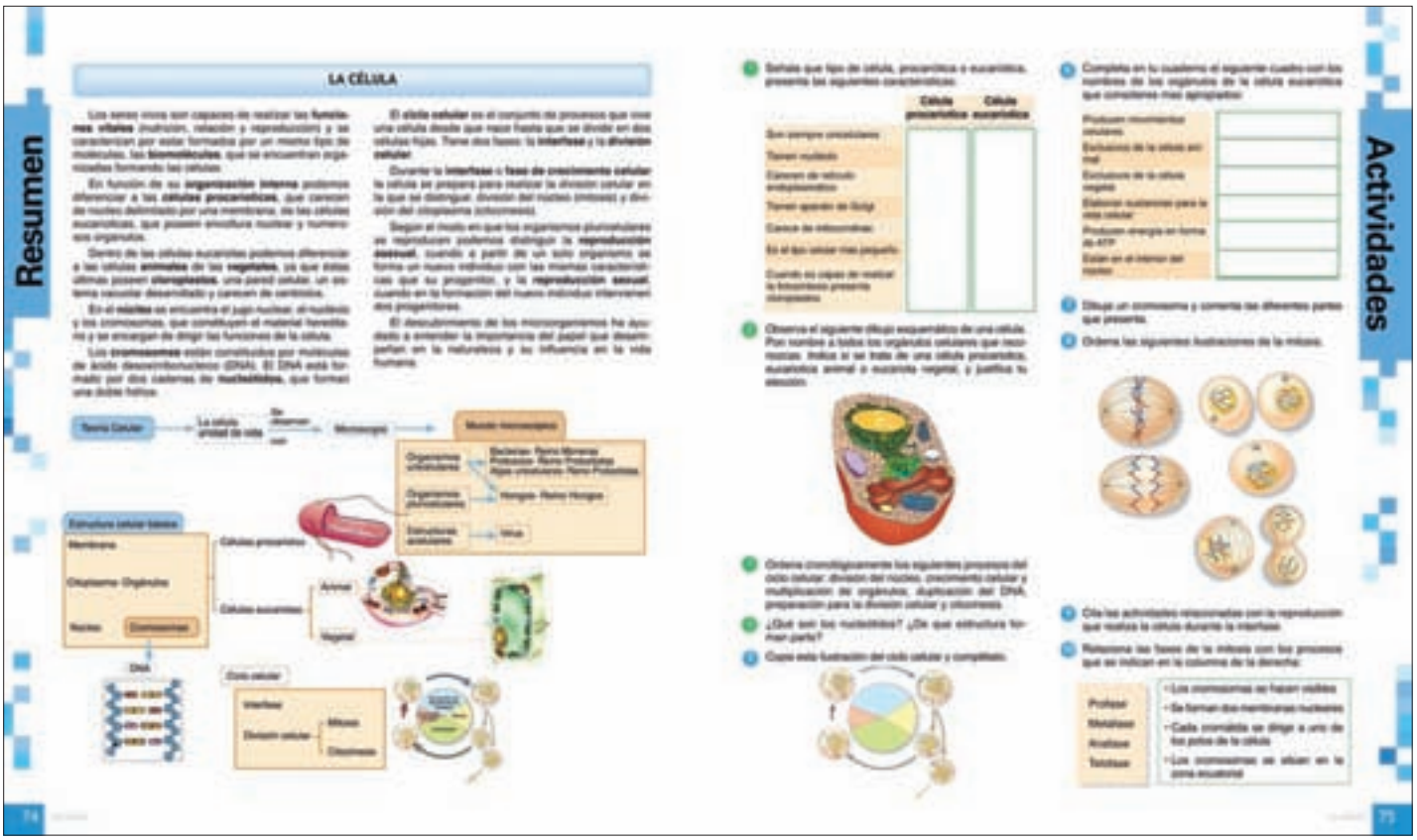
Actividades

A. Muchas personas confunden las bacterias y los virus ¿Cómo explicarías las diferencias entre ambos? ¿Existen bacterias y virus beneficiosos, o todos son perjudiciales?

Las bacterias están constituidas por células procariotas, mientras que los virus tienen una estructura aún más sencilla, que no puede considerarse como una estructura celular, pues consiste simplemente en el material genético envuelto por un cubierta proteica. Las bacterias presentan las tres funciones vitales generales: nutrición, relación, reproducción, y presentan los orgánulos necesarios para realizar dichas funciones, aunque algunas bacterias sean parásitas y hayan de vivir a expensas de otros organismos. Los virus sólo presentan funciones de reproducción, ya que carece de los orgánulos necesarios para la nutrición y relación, y aun para la reproducción, aprovechan orgánulos de las células parasitadas. Por eso los virus deben vivir en el interior de otras células; son parásitos intracelulares obligados. Son mayores las bacterias que los virus (unas cincuenta veces mayores). Por ser todos parásitos de células, de entrada pueden considerarse todos los virus como microbios perjudiciales. Sin embargo, de forma indirecta, algunos virus pueden ser beneficiosos desde el punto de vista de nuestra especie, pues pueden ser parásitos, y perjudicar a bacterias, plantas o animales cuyas actividades sean perjudiciales para nosotros.

B. Sabiendo que en el tubo digestivo humano existen más de cien billones de bacterias de unas 450 cepas diferentes que cumplen misiones beneficiosas ¿Puede tener un efecto negativo el uso prolongado de antibióticos?

El medio que nos rodea contiene numerosas esporas de microorganismos patógenos, los cuales no sólo han de combatir nuestras defensas, sino que compiten entre sí por invadir nuestro organismo. Si eliminamos uno de los contrincantes (las bacterias), sus competidores pueden tener más facilidades para multiplicarse e invadir el organismo. Y esta labor de neutralizar los hongos y virus patógenos no las realizan sólo las bacterias patógenas en su intento de invadir el organismo, sino que muchas de las bacterias que viven habitualmente en la piel o en el tubo digestivo, sin producirnos perjuicio, sino aprovechando las condiciones favorables de nuestro cuerpo, nos brindan el beneficio indirecto de dificultar el crecimiento de virus u hongos. Cuando usamos antibióticos, no sólo se eliminan bacterias patógenas, sino también otras bacterias beneficiosas de características similares. Por lo que su uso prolongado puede eliminar la flora bacteriana del digestivo y facilitar el crecimiento de bacterias patógenas.



DESCRIPTORES DE LAS ACTIVIDADES DIVERSIFICADAS

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	DÓNDE LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.1. Expresar de forma oral y escrita pensamientos, emociones, vivencias y opiniones.	4, 7 y 9
	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	1, 2, 3, 6 y 10
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan los fenómenos naturales	2, 3
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	1, 2, 5, 6, 7 y 8
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	4 y 9
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	2, 5, 7 y 8
VIII. AUTONOMÍA E INICIATIVA PERSONAL	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles	4

SOLUCIONARIO

Actividades de refuerzo

1. Señala que tipo de célula, procariótica o eucariótica, presenta las siguientes características:

	Célula Procariota	Célula eucariota
Son siempre unicelulares	X	
Tienen nucléolo		X
Carecen de retículo Endoplasmático	X	
Tienen aparato de Golgi		X
Carece de mitocondrias	X	
Es el tipo celular más pequeño	X	
Cuando es capaz de realizar la fotosíntesis presenta cloroplastos		X

2. Observa el siguiente dibujo esquemático de una célula. Pon nombre a todos los orgánulos celulares que reconozcas. Indica si se trata de una célula procariota, eucariota animal o eucariota vegetal, justifica tu elección.

Se trata de una célula eucariótica, pues tiene núcleo definido y posee numerosos orgánulos citoplasmáticos ausentes en las procariotas, como R.E., aparato de Golgi, mitocondrias centrosoma y vesículas diversas. Se trata de una célula animal, pues presenta centrosoma y carece de pared y de cloroplastos.

3. Ordena cronológicamente los siguientes procesos del ciclo celular: división del núcleo, crecimiento celular y multiplicación de orgánulos, duplicación del DNA, preparación para la división celular y citocinesis.

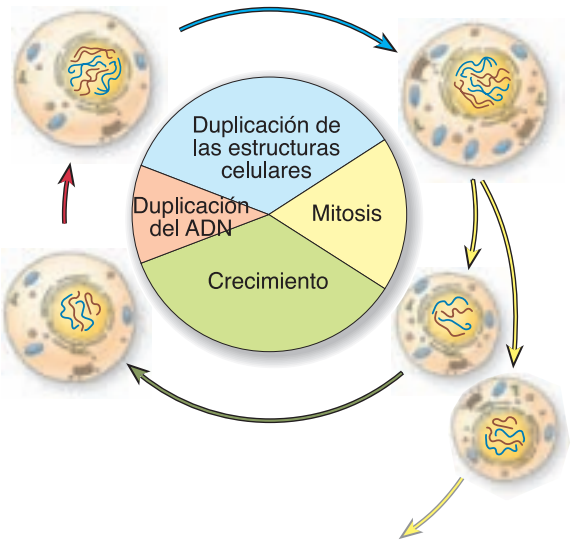
Crecimiento celular y multiplicación de orgánulos > duplicación del DNA > preparación para la división celular > división del núcleo > citocinesis.

4. ¿Qué son los nucleótidos? ¿De qué estructura forman parte?

Son unas moléculas constituidas por una base nitrogenada (adenina, guanina, citosina o la timina), un azúcar (desoxirribosa) y un ácido fosfórico. Al unirse entre sí forman parte, entre otras moléculas fundamentales para la vida, de una molécula mucho más grande conocida como el DNA, y la información hereditaria queda determinada por el orden en que se encuentran estos nucleótidos.

Asegura tus conocimientos

5. Copia esta ilustración del ciclo celular y añade las palabras que faltan.



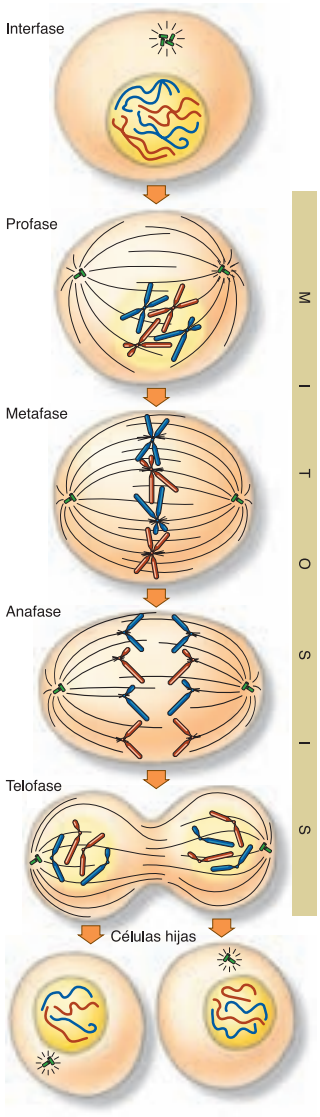
6. Completa en tu cuaderno el siguiente cuadro con los nombres de los orgánulos de la célula eucariótica que consideres más apropiados de una célula animal, pues presenta centrosoma y carece de pared y de cloroplastos.

Producen movimientos celulares	Centrosoma, fibrillas contráctiles, Cilios y flagelos
Exclusivos de la célula animal	Centrosoma, cilios y flagelos
Exclusivos de la célula vegetal	Pared celular, cloroplastos, vacuolas
Elaboran sustancias para la vida celular	Ribosomas, retículo endoplásmico. aparato de Golgi, mitocondrias, cloroplastos
Producen energía en forma de ATP	Mitocondrias y cloroplastos
Están en el interior del núcleo	Cromosomas y nucléolo

7. Dibuja un cromosoma y comenta las diferentes partes que presenta.

Se debe realizar un dibujo que represente un cromosoma y se explique que cada una de las moléculas hermanas de DNA reciben el nombre de cromátidas y el lugar por donde se unen se denomina centrómero.

8. Ordena las siguientes ilustraciones de la mitosis.



9. Cita las actividades relacionadas con la reproducción que realiza la célula durante la interfase.

Duplicación del DNA y duplicación de las estructuras celulares, entre ellas las necesarias para la reproducción, como los centriolos en la célula animal.

10. Relaciona las fases de la mitosis con los procesos que se indican en la columna de la derecha.

Profase	Los cromosomas se hacen visibles
Metafase	Los cromosomas se sitúan en la zona ecuatorial
Anafase	Cada cromátida se dirige a uno de los polos de la célula
Telofase	Los cromosomas se sitúan en la zona ecuatorial

DESCRIPTORES DE LAS ACTIVIDADES DIVERSIFICADAS

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	OBSERVACIÓN DE LA MITOSIS	LAS CÉLULAS MADRE
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.1. Expresar de forma oral y escrita pensamientos, emociones, vivencias y opiniones.		Activ. 3
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Ilustraciones	
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Activ. 3, 4, 5 y 6	Activ. 1 y 2
IV. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y COMPETENCIA DIGITAL	IV.1. Buscar, analizar, seleccionar, registrar, tratar, transmitir, utilizar y comunicar la información por medio de técnicas y estrategias específicas para informarse, aprender y comunicarse.		Activ. 3
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Texto Activ. 1 y 2	



SOLUCIONARIO

Taller y Laboratorio

1. Dibuja las distintas fases que aparecen y señala su significado.

Deben localizar las distintas fases aprendidas en esta unidad.

2. ¿De qué color aparece teñido el núcleo?

Aparecen los cromosomas teñidos de color morado.

3. ¿Se podrían observar los cromosomas si las células no están en división? ¿Por qué?

Los cromosomas solo son observables en división, son las formaciones que adquiere la cromatina durante la mitosis.

4. ¿En qué fase se observan mejor los cromosomas y cómo están dispuestos?

Se observan mejor en metafase donde se sitúan en el plano ecuatorial de la célula.

5. ¿Has observado la citocinesis? Describe que has visto.

Se puede observar como se forma un tabique de separación entre los dos nuevos núcleos.

6. ¿Por qué se utilizan raíces jóvenes de cebolla para observar la mitosis?

La mitosis es un proceso continuo lo que ha permitido encontrarnos con todas las fases posibles, pero se utilizan raíces jóvenes ya que en ella la mitosis es mucho más activa ya que están en pleno crecimiento.

Ciencia y sociedad

1. ¿Cuáles son las fuentes de células madre? Explica las diferentes ventajas e inconvenientes que tienen.

Existen dos fuentes principales, embriones en primeras fases de desarrollo y reservas de tejidos adultos. Las primeras son totipotenciales y pluripotenciales y se renuevan rápidamente pero su obtención presenta un gran debate ético, las segundas, no presentan este problema ético pero son muy difíciles de aislar y cultivar.

2. ¿Cuáles son las principales aplicaciones que pueden tener?

Se pueden emplear en la lucha contra muchas enfermedades degenerativas y cardiovasculares, sustituyendo las células que presentan un mal funcionamiento por nuevas, permite la fabricación de tejidos y órganos propios que no generan rechazo inmunológico...

3. Busca información acerca las células madre y coméntala en clase.

Actividad de elaboración propia donde se debe fomentar el desarrollo de opiniones personales y el debate en el aula.

▶ Modelo de examen para la evaluación de competencias

Nombre: _____ **Curso:** _____ **Fecha:** _____

1. Concepto de biomolécula. ¿Qué diferencia hay entre las biomoléculas orgánicas y las inorgánicas?

2. a) Cita los principales descubrimientos científicos que llevaron al enunciado de la Teoría Celular.

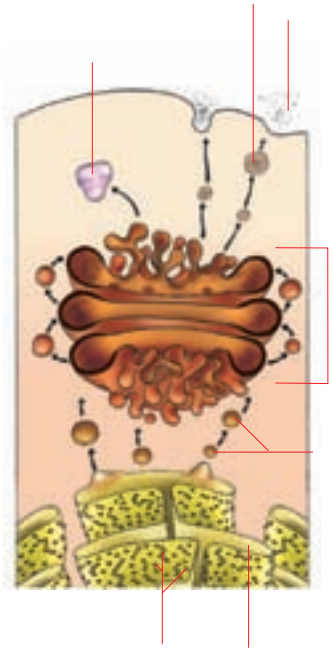
   b) ¿Qué dice dicha Teoría?

3. a) ¿En qué se diferencian los dos tipos de organización celular?

   b) ¿Por qué tienen orgánulos las células eucarióticas?

4. a) Cita los orgánulos encargados de la elaboración de sustancias e indica que sustancia elaboran.

b) Completa el siguiente dibujo y explica las diferencias entre el proceso de secreción y el de egestión o defecación.



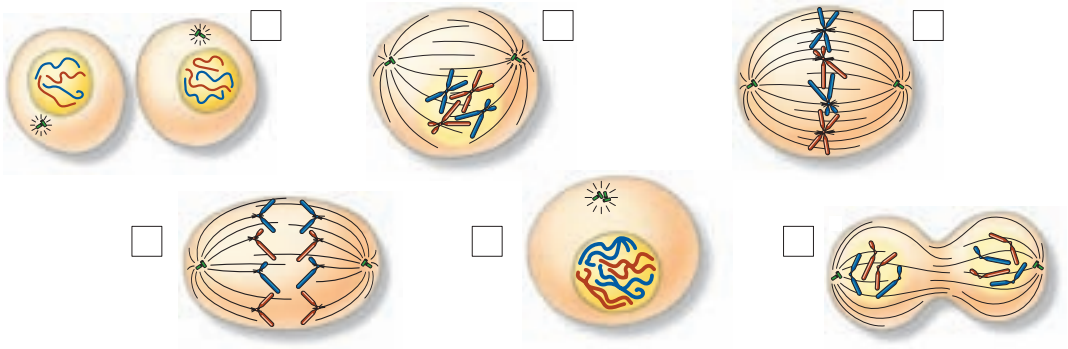
5. Describe los orgánulos energéticos de las células eucarióticas e indica la función que realizan.

6. a) ¿Dónde se encuentra la información en el DNA? ¿Qué es un gen?

b) Explica la relación existente entre cromosomas, cromátidas, cromatina y DNA.

7. ¿Qué es el ciclo celular? Ordena cronológicamente los siguientes procesos del ciclo celular: división del núcleo, crecimiento celular y multiplicación de orgánulos, duplicación del DNA, preparación para la división celular y citocinesis.

8. ¿Qué es la mitosis? Ordena las siguientes ilustraciones de la mitosis:



9. Explica la importancia y los resultados de la Mitosis.

10. a) Señala las diferencias entre las bacterias y los virus.

b) Cita ejemplos de microorganismos beneficiosos y perjudiciales para la vida humana.

Tabla de aplicación para el examen • 4º ESO • Tema 3

NOMBRE: _____ CURSO: _____ FECHA: _____

COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Utiliza el vocabulario adecuado para describir la estructura y función de las células eucarióticas.					
Expresa correctamente la importancia y los resultados de la mitosis.					
Expone correctamente la Teoría Celular y las principales investigaciones que dieron lugar a ella.					

COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Diferencia y caracteriza las biomoléculas orgánicas e inorgánicas.					
Diferencia y caracteriza los dos tipos de organización celular.					
Reconoce e interpreta en esquemas el proceso de mitosis.					
Identifica los orgánulos celulares encargados de la elaboración de sustancias.					
Explica por qué las células eucarióticas tienen orgánulos.					
Establece la relación entre DNA, gen, cromatina, cromosomas y cromátidas.					
Explica la estructura y función de los orgánulos energéticos.					
Diferencia y caracteriza bacterias y virus.					
Ordena cronológicamente los acontecimientos que tienen lugar durante el ciclo celular.					

COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Interpreta esquemas representativos de las funciones celulares.					

COMPETENCIA AUTONOMÍA E INICIATIVA PERSONAL					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Descubre por sí mismo microorganismos beneficiosos y perjudiciales para la vida humana.					

1. No alcanza el mínimo en el desempeño de la capacidad
2. Cumple con el mínimo requerido
3. Se encuentra en la media del resto de sus compañeros
4. Supera la media
5. Presenta un nivel máximo de cumplimiento del desempeño

Bibliografía

LIBROS:

ANNA VEIGA (2011). *El milagro de la vida: de la fecundación in vitro a las células madre.*

BRUCE ALBERTS (2010). *Biología molecular de la célula.* OMEGA.

BRUCE ALBERTS, (2011). *Introducción a la Biologia Celular.* PANAMERICANA.

CESAR NOMBELA (2007). *Células madre: encrucijadas biológicas para la medicina: del tronco embrionario a la regeneración adulta* EDAF.

CESAR NOMBELA y CARLOS SIMON VALLES (2010) *Células madre. La catarata.*

EIUNSA

FEDERICO ABASCAL (2010). *La vida que llevamos dentro: genes, células, historia y más*. HELICE.

JAVIER NOVO (2011). *Genes, microbios y células: los más recientes avances científicos al alcance de todos.* RBA

Mª A. BURREL (2009). *Atlas de ultraestructura celular.* EUNSA.

RBA.

ROBERTO GERMAN ZURRIARAIN (2009). *Células madre: ciencia, ética y derecho.*

RESUMEN

En este tema se profundiza en la reproducción sexual de los seres vivos y su relación con los mecanismos de transmisión de la herencia biológica a lo largo de las generaciones. Se incluyen en primer lugar contenidos básicos relativos al conocimiento del proceso de la meiosis y la reproducción de los organismos pluricelulares. A continuación se estudia la Genética mendeliana, a la que sigue una introducción a la moderna Genética que incluye los conceptos de gen y mutación y se hace una presentación de las principales cuestiones de gran importancia social relacionadas con la Genética actual, como las posibilidades abiertas por la Ingeniería genética y sus múltiples y, a menudo, controvertidas aplicaciones.



CONTENIDOS

CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	ACTITUDES
1. La reproducción sexual. - Meiosis. 2. La genética es la ciencia de la herencia biológica. - Las investigaciones de Mendel. - Conceptos básicos de la herencia biológica. 3. Leyes de Mendel - Primera ley de Mendel. - Segunda ley de Mendel. - Tercera ley de Mendel. - Ejemplos de herencia mendeliana. 4. Genética humana. 5. Mutaciones. - Enfermedades genéticas. 6. Biotecnología e ingeniería genética. 7. La clonación.	1. Estudio de los experimentos que históricamente dieron como resultados los conceptos básicos de la Genética Moderna. 2. Realización de cruces sencillos para comprobar las leyes de Mendel. 3. Resolución de problemas para determinar genotipos y fenotipos en cruzamientos mendelianos. 4. Estudio analítico de algunos caracteres mendelianos en el hombre. 5. Resolución de problemas para obtener genotipos y fenotipos en cruzamientos mendelianos de genética humana. 6. Identificación de los campos de aplicación de la biotecnología moderna. 7. Interpretación de un esquema sobre la clonación de la oveja Dolly. 8. Lectura de un documento sobre el proyecto Genoma humano.	1. Tolerancia y respeto por las diferencias individuales. 2. Interés por conocer como se han adquirido históricamente los conocimientos que hoy tenemos sobre la Genética. 3. Curiosidad por entender las causas de la transmisión de determinados caracteres genéticos de una generación a otra. 4. Claridad y orden en la organización de los datos para realizar problemas de Genética así como en la exposición de los resultados. 5. Sensibilización ante problemas importantes socialmente derivados de enfermedades genéticas.



Los naturalistas de todos los tiempos se han asombrado ante la riqueza de formas que se dan entre los seres vivos, incluso dentro de una misma especie.

Hay en los seres vivos unos mecanismos que los mantienen iguales en muchos de sus caracteres generación tras generación, y por eso la especie se mantiene. Y al mismo tiempo hay unos mecanismos que producen una diversidad en esos mismos caracteres.

Resulta evidente que los caracteres se heredan de padres a hijos, pero ¿cómo se heredan estos caracteres? ¿Dónde se encuentran localizados? ¿Cuáles son sus mecanismos de transferencia?

En este tema se profundizará en el estudio de la reproducción sexual, el origen y desarrollo de la Genética y la importancia que tiene esta Ciencia para la sociedad.

1 LA REPRODUCCIÓN SEXUAL
2 LA GENÉTICA ES LA CIENCIA DE LA HERENCIA BIOLÓGICA
3 LEYES DE MENDEL
4 GENÉTICA HUMANA
5 MUTACIONES
6 BIOTECNOLOGÍA: INGENIERÍA GENÉTICA
7 LA CLONACIÓN
► RESUMEN
► ACTIVIDADES
► CIENCIA Y SOCIEDAD
Proyecto genoma humano

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Explicar las características de la reproducción sexual: gametos y fecundación.
- Describir la meiosis, señalar las diferencias principales entre meiosis y mitosis, así como la finalidad de los dos tipos de reproducción celular.
- Definir genética y explicar el significado de los experimentos de Mendel.
- Definir los conceptos básicos de la herencia biológica: gen, alelo, homocigótico, heterocigótico o híbrido, alelo dominante y alelo recesivo.
- Diferenciar entre genotipo y fenotipo.
- Diferenciar la herencia dominante de la herencia intermedia.
- Relacionar los conceptos de gen, alelo, cromosoma y ADN.
- Describir las leyes de Mendel y saber aplicarlas en la resolución de problemas.
- Resolver problemas sencillos de transmisión de caracteres hereditarios, incluyendo los relacionados con el ser humano (herencia del sexo, herencia ligada al sexo, polimorfismo genético, enfermedades….) aplicando los conocimientos de las leyes de Mendel.
- Analizar la información de los árboles genealógicos.
- Interpretar el papel de la diversidad genética y las mutaciones a partir del concepto de gen.
- Definir mutación e identificar los principales tipos de mutaciones.
- Identificar algunas enfermedades genéticas.
- Definir los conceptos de biotecnología, ingeniería genética y organismos transgénicos.
- Describir las principales aplicaciones de la biotecnología moderna.

RESUMEN

El principal atributo de los seres vivos es su capacidad de reproducirse y perpetuar la especie. Se distinguen dos tipos básicos de reproducción: asexual y sexual, aunque los detalles del proceso reproductivo varían mucho en los diferentes grupos de organismos. En la Naturaleza la reproducción asexual produce organismos clónicos.

La biodiversidad es un fenómeno maravilloso y necesario. Entre otros factores contribuye a ella la reproducción sexual. En la base de todo el proceso está la meiosis, que genera células reproductoras, los gametos, con información genética haploide a partir de células diploides.



1 La reproducción sexual

La reproducción sexual es el tipo de reproducción en la que intervienen dos organismos para obtener descendencia. Para ello poseen unas células sexuales o gametos, que cuando se fusionan en un proceso que se conoce como fecundación, forman un nuevo individuo.

Los gametos se forman en unos órganos especializados llamados órganos sexuales, donde se encuentran las células madres de los gametos (células germinales).

Normalmente, los gametos que se fecundan presentan una serie de características muy diferentes (fig. 1.1).

- Gametos masculinos: son siempre móviles, gracias generalmente a que presentan un flagelo. Son los espermatozoides.
- Gametos femeninos: suelen ser inmóviles y mayores que los espermatozoides. En su citoplasma acumulan gran cantidad de sustancia nutritivas que constituyen el llamado vitelo, que nutrirá al principio al nuevo individuo. Son los óvulos.

Los individuos que producen espermatozoides se dice que son de sexo masculino, y los que producen óvulos se dice que son del sexo femenino. Muchas plantas y algunos animales (como el caracol o la lombriz de tierra) producen los dos tipos de gametos, y se dice que son hermafroditas.

Cuando dos gametos se fecundan, producen una célula llamada huevo o cigoto, que comienza a multiplicarse hasta producir un nuevo individuo del mismo tipo que sus progenitores (fig. 1.2).

La reproducción sexual da lugar a organismos con una información genética nueva, procedente de la mezcla al azar de la información genética de sus progenitores.

Fig. 1.1 Gametos femenino (a) y masculino (b).

Fig. 1.2 Esquema de la fecundación.

Fig. 1.3 Fusión de los gametos haploides y formación del cigoto diploide.

Una característica de las células sexuales es que poseen la mitad del material genético que poseen las células normales de la especie. Por ello, el cigoto recibe la misma cantidad de material hereditario del espermatozoide que del óvulo (fig. 1.3).

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.1. Expresar de forma oral y escrita pensamientos, emociones, vivencias y opiniones.	Expresa oralmente y por escrito sus opiniones sobre la reproducción sexual.	Texto
	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado para describir la meiosis.	
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos...	Diferencia los procesos de mitosis y meiosis.	Texto
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Reconoce e identifica por sus cromosomas a las células diploides y haploides (gametos).	Texto e ilustraciones Activ. B
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, ...	Identifica el número de cromosomas y de cromátidas de los gametos y de las células madre.	Activ. A
VIII. AUTONOMÍA E INICIATIVA PERSONAL	VIII.1. Desarrollar un espíritu crítico capaz de cuestionar dogmas y desafiar prejuicios, en consonancia con la capacidad de la Ciencia...	Valora la importancia de la meiosis en el proceso de reproducción sexual	Texto actividades
VII. APRENDER A APRENDER	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de decisiones raciona...	Comprende la reducción cromosómica que se produce en la meiosis	Texto Activ. A



MEIOSIS

Es el **proceso de reproducción celular** mediante el cual se forman los gametos con un número haploide de cromosomas.

En la reproducción sexual se fusionan dos células. Si esas células tuvieran el mismo número de cromosomas que los individuos que las producen, el hijo tendría doble número de cromosomas que sus progenitores. Para que eso ocurra, las células sexuales tienen la mitad de cromosomas que las demás células de la especie, y eso se consigue porque las células germinales que producen gametos tienen un tipo especial de reproducción celular denominada **meiosis**.

Consiste en la **secuencia de dos divisiones celulares que conducen a la formación de los gametos.** La célula madre se divide dos veces seguidas, mientras que los cromosomas sólo se duplican una vez, ya que no hay interfase entre las divisiones.

Se parte de una célula diploide (2n) y se obtiene cuatro células haploides (n). En la primera división el número de cromosomas por célula (2n) se reduce a la mitad (n) mientras que en la segunda se mantiene (n). De este modo los **gametos resultantes tienen la mitad de cromosomas de los que posee la célula original** (Fig. 1.4).

Las células que se obtienen en una meiosis no tienen una mitad cualquiera de los cromosomas de la célula madre, sino que tienen un número haploide de cromosomas, es decir, uno de cada pareja de cromosomas homólogos. Por contraposición, las células que tienen los cromosomas agrupables en parejas de cromosomas homólos se dice que tienen un número diploide.

La meiosis hace posible la conservación del número de cromosomas de generación en generación en organismos que se reproducen sexualmente y que los progenitores contribuyan por igual a formar el material genético del hijo.

Diferencias ente mitosis y meiosis

Mitosis	Meiosis
Se produce en todas las células somáticas	Se produce sólo en las células germinales
Cada ciclo de replicación del DNA es seguido por una de división	Un ciclo de replicación del DNA es seguido por dos divisiones
Las células hijas presentan el mismo número de cromosomas que la célula madre	Las células hijas contienen la mitad de cromosomas que la célula madre
Proceso relativamente corto	Se trata de un proceso largo
Interviene en el desarrollo y crecimiento del organismo, en la regeneración de sus tejidos y en la reproducción asexual.	Necesaria en la reproducción sexual.

CÉLULA MADRE

1ª división

2ª división

GAMETOS

Fig. 1.4 Esquema sencillo de la meiosis.

Actividades

A ¿Existe el mismo número de cromosomas al principio y al final de la meiosis? ¿Cuántas cromátidas tienen los cromosomas de la célula madre? ¿Y los gametos resultantes?

B Observa estas dos células. Una es una célula normal y la otra es un gameto. Identifícalas y explica cómo lo haces.

SOLUCIONARIO

Fíjate

A. ¿Existe el mismo número de cromosomas al principio y al final de la meiosis? ¿Cuántas cromátidas tienen los cromosomas de las células madre? ¿Y los gametos resultantes?

No, el número de cromosomas en las células procedentes de la meiosis es la mitad del que tenía la célula madre. La célula madre tiene 2n cromosomas con dos cromátidas cada uno. Cada una de las cuatro células hijas tiene n cromosomas con una sola cromátida. En el ejemplo de la figura 1.4, puede verse que la célula madre tiene cuatro cromosomas con dos cromátidas, mientras que las cuatro células resultantes tienen dos cromosomas con una sola cromátida.

B. Observa estas dos células. Una es una célula normal y la otras es un gameto. Identifícalas y explica cómo lo haces.

En la figura puede verse que la célula superior es una célula somática, con ocho cromosomas (con dos cromátidas cada uno en este caso) mientras que la célula inferior es un gameto que tiene cuatro cromosomas, la mitad que la célula anterior, cada uno de los cuales tiene una sola cromátida.

RESUMEN

La genética es una disciplina reciente. Se considera que nació en 1900, año en que se produjo el redescubrimiento de los experimentos de Mendel.

Aunque ya en tiempos relativamente antiguos, los agricultores y ganaderos tenían conocimientos rudimentarios y empíricos de Genética, antes de 1900 las ideas sobre la transmisión de los caracteres biológicos eran muy confusas.

En este apartado vamos tratar en primer lugar sobre la importancia y originalidad de las investigaciones de Mendel y a continuación estudiaremos los conceptos básicos de la herencia biológica.



2 La Genética es la ciencia de la herencia biológica

Todos los seres vivos poseen una serie de características generales que comparten con los de su especie: su forma, su comportamiento, su alimentación... pero la mayoría de ellos son únicos. Al igual que nosotros, que aunque nos parecemos a nuestros padres no somos exactamente iguales a ellos, siempre somos algo diferentes. Tu hermano o tu hermana tiene los ojos o el pelo de diferente color que el tuyo, son más altos o más bajos... pero, ¿qué es lo que hace que nos parezcamos más o menos a nuestros padres? En la reproducción sexual los padres transmiten parte de sus características a sus hijos y la Genética intenta explicar cómo.

Fig. 2.1 La reproducción sexual promueve la diversidad genética.

La selección de formas, razas y variedades se viene realizando desde hace mucho tiempo por agricultores y ganaderos los cuales, mediante cruces, intentan conseguir descendientes que tengan las ventajas de los progenitores seleccionados.

Antes de Mendel la idea de la transmisión de la información genética era muy confusa. Prevalecía la antigua idea de **herencia por mezcla** según la cual los caracteres se heredaban a través de unos fluidos, en el caso de los mamíferos relacionados con la sangre, que hacían que los caracteres de los hijos fueran intermedios entre los de los padres y una vez unidos ya no se podían separar. A partir de esta hipótesis se podía deducir, por ejemplo, que los hijos de una gata blanca con un gato negro serían grises, cosa que no siempre ocurría.

Existen todavía expresiones actuales que son reliquias de la hipótesis de herencia por mezcla, como animales pura sangre y personas de sangre "azul".

La **Genética** es la ciencia que estudia los mecanismos de transmisión de los caracteres biológicos de padres e hijos.

82

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.1. Expresar de forma oral y escrita pensamientos, emociones, vivencias y opiniones.	Expresa oralmente y por escrito las diferencias entre la teoría de herencia por mezcla y la teoría de Mendel.	Activ. B
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.3 Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible.	Destaca la importancia del análisis estadístico de los resultados en los problemas de Genética.	Texto Aciv. C
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Analiza e interpreta la metodología experimental de Mendel.	Activ. C
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Analiza el proceso de selección artificial que se produce en la agricultura y ganadería desde hace tiempo.	Texto Activ. A
VII. APRENDER A APRENDER	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de decisiones racional y críticamente.	Comprende y valora la importancia de la genética	Texto



LAS INVESTIGACIONES DE MENDEL

Gregor **Mendel** fue un monje agustino que realizó unos experimentos en el monasterio de Brno, en la actual república Checa, entre 1856 y 1863 que le permitieron enunciar una serie de leyes que afirmaban que: **cada uno de los caracteres biológicos observables era determinado por un factor hereditario** que se transmitía íntegro, sin alterarse ni mezclarse de generación en generación.

Fig. 1.1 Monasterio de Brno.

Fig. 1.2 Gregor Mendel.

Estas conclusiones fueron publicadas en 1865 pero no fueron tenidas en cuenta hasta que, en 1900 otros tres biólogos, el holandés Hugo de Vries, el alemán Carl Correns y el austriaco Erich Tschermak, de forma independiente llegaron a las mismas conclusiones y buscando trabajos anteriores descubrieron que ya habían sido publicadas por Mendel, por lo que las dieron a conocer como las **Leyes de Mendel**.

Metodología experimental

La originalidad de los experimentos que realizó Mendel se debía básicamente a que:

- Seleccionó el **material idóneo**: el guisante. Una planta económica, de fácil cultivo y manipulación y que rápidamente producía descendencia.
- Seleccionó **caracteres bien definidos y opuestos**.
- Se fijó en **varios caracteres** y los estudió **por separado**. En concreto estudió la forma y color de la semilla, el color y posición de la flor, el color y forma de la vaina y la longitud del tallo.
- Realizó una aplicación metodológica experimental rigurosa que facilitó el **análisis estadístico** de los resultados. Trabajo con 300.000 semillas aportadas por 27.000 plantas de 34 variedades de guisantes.

Su método de trabajo consistía en la **hibridación**, es decir, en el **cruce de plantas de la misma especie que diferían en un solo carácter**.

Hay que tener en cuenta que Mendel fue muy intuitivo ya que desconocía la naturaleza de estos factores hereditarios, que ahora denominamos genes, y que están en el DNA.

Curiosamente Charles Darwin, que se preparaba para publicar sus primeros artículos sobre la evolución y la selección natural, desconocía el trabajo de Mendel que le hubiera aportado la clave final que le faltaba en el rompecabezas evolutivo en que estaba montado.

Actividades

A. ¿Con qué intención cruzan los agricultores variedades diferentes?

B. ¿Qué diferencia existe entre la teoría de herencia por mezcla y la teoría de Mendel?

C. ¿En qué se basó la originalidad de los experimentos de Mendel?

83

SOLUCIONARIO

Fíjate

A. ¿Con qué intención cruzan los agricultores variedades diferentes?

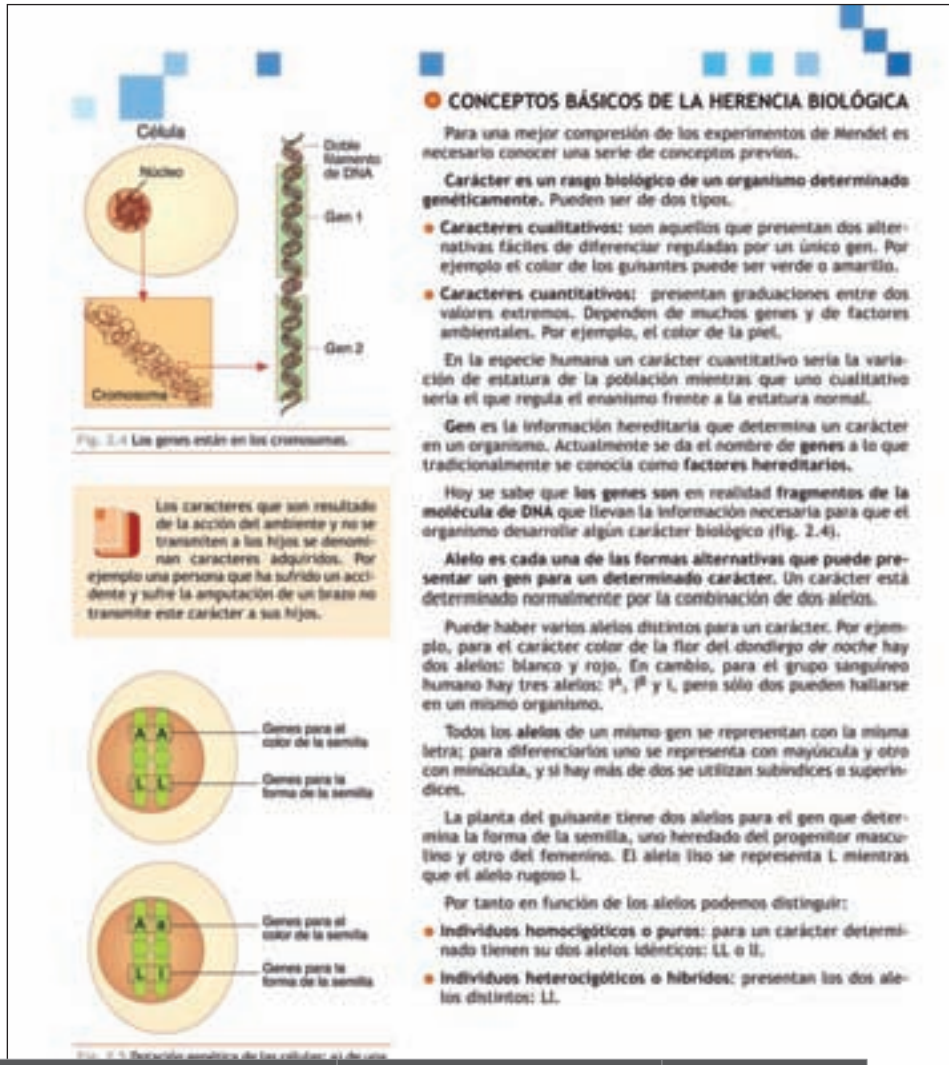
Buscan conseguir descendientes que contengan las ventajas evolutivas de sus progenitores. Así buscan obtener plantas más resistentes a las plagas, con frutos más sabrosos...

B. ¿Qué diferencia existe entre la teoría de herencia por mezcla y la teoría de Mendel?

En la herencia por mezcla, los caracteres de los hijos eran intermedios respecto a los de los padres, y una vez unidos no se podían volver a separar. Con la teoría de Mendel esto se descartó y se observó que los caracteres se heredaban independientemente a través de las leyes de Mendel.

C. ¿En qué se basó la originalidad de los experimentos de Mendel?

Mendel seleccionó el material idóneo: el guisante. Una planta económica, de fácil cultivo y manipulación, y que rápidamente producía descendencia. Seleccionó caracteres bien definidos y opuestos. Se fijó en varios caracteres y los estudió por separado y realizó una aplicación metodológica experimental rigurosa que facilitó el análisis estadístico de los resultados.



DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	II.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza adecuadamente los conceptos básicos de la herencia biológica.	Texto Activ. A
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Comprende y diferencia los conceptos de genotipo y fenotipo.	Texto.
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Analiza e interpreta casos de herencia dominante y herencia intermedia.	Ilustraciones y texto
	III.7. A partir del conocimiento del cuerpo humano, de la naturaleza y de la interacción del ser humano con ella, adoptar una disposición a una vida física y mental saludable en un entorno natural y social también saludable, así como desarrollar hábitos de consumo responsable en la vida cotidiana.	Analiza la influencia del medio ambiente en la manifestación de algunas enfermedades.	Texto
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Interpreta las ilustraciones de los cruces en casos de herencia dominante e intermedia de caracteres.	Ilustraciones
VII. APRENDER A APRENDER	VII.2. Valorar el aprendizaje como un elemento que enriquece la vida personal y social, que merece por tanto el esfuerzo que requiere.	Valora la necesidad de tener unos conocimientos básicos para avanzar en el conocimiento complejo de los procesos naturales.	Texto



Herencia dominante y herencia intermedia

Mendel se encontró que cuando cruzaba dos razas puras para un carácter, en los descendientes uno de los alelos se manifestaba, mientras el otro aparentemente desaparecía. En este caso hablamos de **herencia dominante:**

- El **alelo dominante** es el que se manifiesta en los individuos heterocigóticos o híbridos. Se representa con una letra mayúscula (L).
- El **alelo recesivo** es el que permanece oculto en hibridación. Se representa con una letra minúscula (l).

En el ejemplo, el alelo que determina la lisura (L) se impone sobre el que determina la rugosidad (l).

Distintos experimentos han demostrado que no siempre ocurre así ya que existen ocasiones en que los dos alelos tienen la misma potencia y se expresan por igual en el híbrido. Se deduce que es un caso de **herencia intermedia.**

Por ejemplo, el color de las flores del *dondiego de noche* depende de dos alelos, un alelo para el color rojo (R) y otro para el color blanco (r). En las plantas híbridas (Rr), descendientes de una planta de flores rojas (RR) y otra de flores blancas (rr), el color de la flor es rosa.

Es interesante darse cuenta de que en la herencia dominante dos combinaciones distintas de alelos dan semillas lisas, mientras que sólo hay una combinación de alelos que produzca semillas rugosas. A simple vista no se puede saber cuál es la combinación de alelos de las semillas lisas. Esto hace necesario distinguir entre genotipo y fenotipo.

Genes y medio ambiente

El **genotipo** es la combinación genética de los alelos que determinan un carácter en un individuo. Por ejemplo, para la lisura y rugosidad existen tres genotipos: LL, Ll y ll.

El **fenotipo** es la manifestación externa del genotipo, matizada por la influencia del medio ambiente. En el ejemplo anterior frente a tres genotipos solo existen dos fenotipos, liso (LL y Ll) y rugoso (ll).

Los caracteres de los organismos dependen de lo que determinan los genes, pero también dependen de la influencia del medio ambiente. Una persona puede tener un genotipo que determine que debe de ser alta, pero su alimentación es deficiente en la infancia, se puede quedar con una baja estatura.

El medio ambiente influye en el fenotipo, pero no en el genotipo; los hijos de dos personas bajas de estatura por una alimentación deficiente en la infancia, pueden alcanzar tallas más altas si reciben una alimentación mejor que sus progenitores.

Actividades

A. ¿Qué son los cromosomas homólogos? Observa la figura 2.5 y contesta a continuación, ¿qué relación tienen con los genes alelos?

Fig. 2.6 Herencia dominante (a) e intermedia (b).

El color del plumaje de algunas aves como los flamencos varía en función de la dieta que sigan:

- Si se alimentan de crustáceos y algas rojas su plumaje es rosa- rojizo.
- Si no se alimentan de estos su color es blanco.

Fig. 2.7 Flamencos.

SOLUCIONARIO

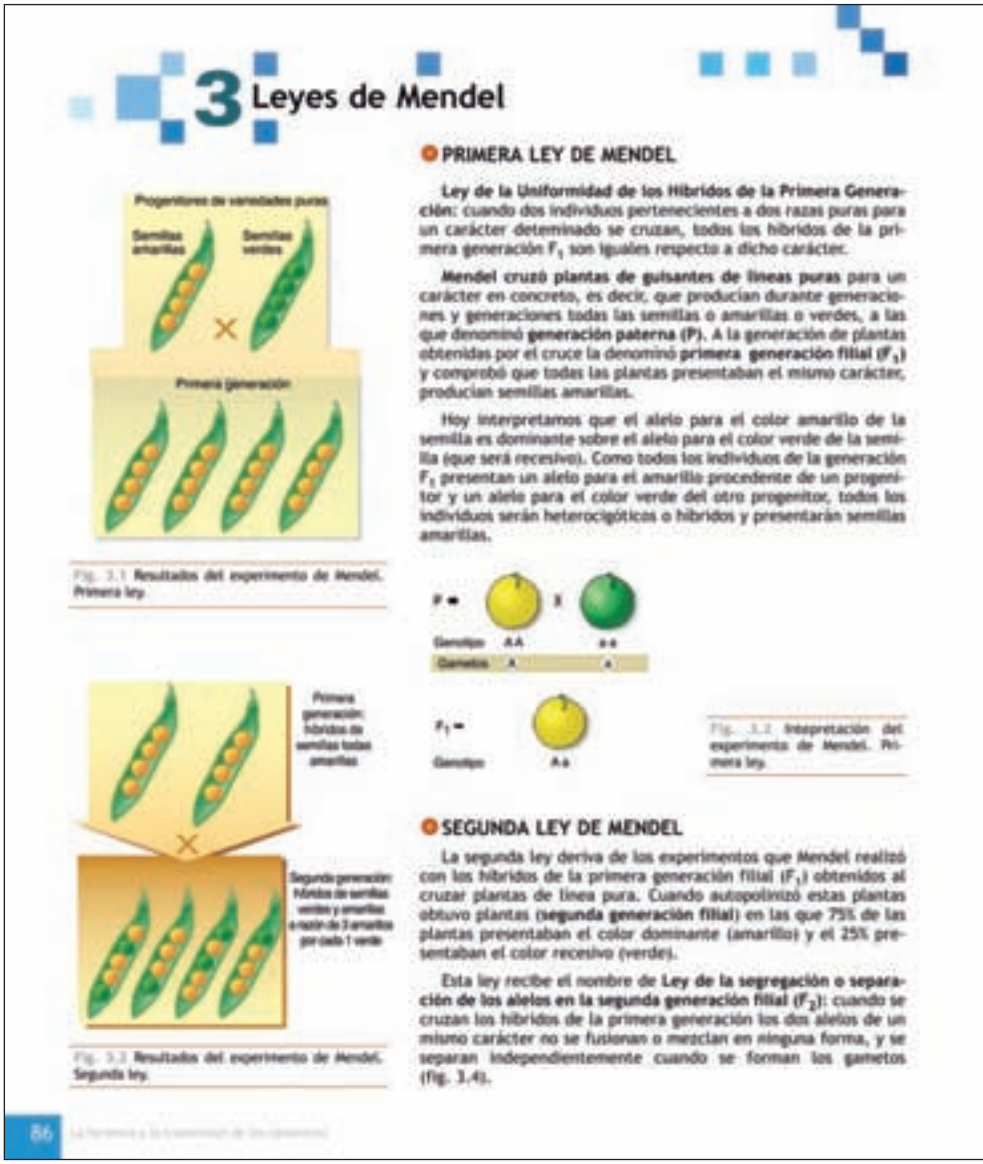
Actividades

A. ¿Qué son los cromosomas homólogos? Observa la figura 2.5 y contesta a continuación, ¿Qué relación tienen con los genes alelos?

Los cromosomas homólogos son aquellos que tienen la misma forma y contienen la misma información. El ser humano contiene 23 parejas de cromosomas homólogos, 23 cromosomas se heredan del padre y los otros 23 cromosomas de la madre. Los alelos es cada una de las formas alternativas que puede presentar un gen. Un carácter viene determinado normalmente por dos alelos, que se encontrarían en idéntica posición en los cromosomas homólogos.

RESUMEN

Las Leyes de Mendel son un conjunto de reglas básicas sobre la transmisión por herencia de las características de los organismos padres a sus hijos. Estas reglas básicas de herencia constituyen el fundamento de la genética. Aquí vamos a describir estas leyes que aportaron las nociones básicas de la genética moderna.



3 Leyes de Mendel

PRIMERA LEY DE MENDEL

Ley de la Uniformidad de los Híbridos de la Primera Generación: cuando dos individuos pertenecientes a dos razas puras para un carácter determinado se cruzan, todos los híbridos de la primera generación F_1 son iguales respecto a dicho carácter.

Mendel cruzó plantas de guisantes de líneas puras para un carácter en concreto, es decir, que producían durante generaciones y generaciones todas las semillas o amarillas o verdes, a las que denominó **generación paterna (P).** A la generación de plantas obtenidas por el cruce la denominó **primera generación filial (F_1)** y comprobó que todas las plantas presentaban el mismo carácter, producían semillas amarillas.

Hoy interpretamos que el alelo para el color amarillo de la semilla es dominante sobre el alelo para el color verde de la semilla (que será recesivo). Como todos los individuos de la generación F_1 presentan un alelo para el amarillo procedente de un progenitor y un alelo para el color verde del otro progenitor, todos los individuos serán heterocigóticos o híbridos y presentarán semillas amarillas.

Progenitores de variedades puras

Semillas amarillas

Semillas verdes

Primera generación

Fig. 3.1 Resultados del experimento de Mendel. Primera ley.

P =

Genotipo AA aa

Gametos A a

F_1 =

Genotipo Aa

Fig. 3.2 Interpretación del experimento de Mendel. Primera ley.

Primera generación: híbridos de semillas todas amarillas

Segunda generación: híbridos de semillas verdes y amarillas a razón de 3 amarillas por cada 1 verde

Fig. 3.3 Resultados del experimento de Mendel. Segunda ley.

SEGUNDA LEY DE MENDEL

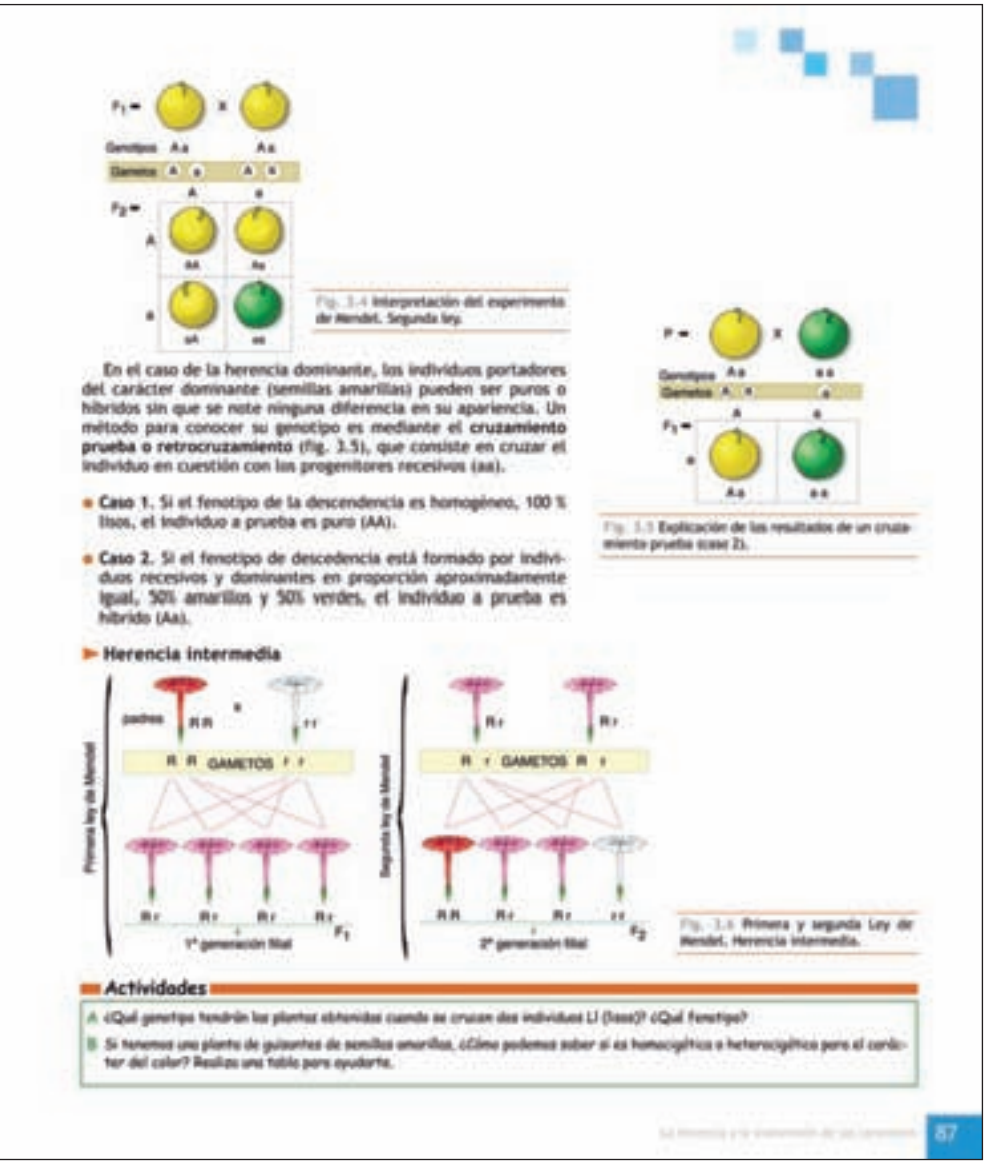
La segunda ley deriva de los experimentos que Mendel realizó con los híbridos de la primera generación filial (F_1) obtenidos al cruzar plantas de línea pura. Cuando autopolinizó estas plantas obtuvo plantas (**segunda generación filial**) en las que 75% de las plantas presentaban el color dominante (amarillo) y el 25% presentaban el color recesivo (verde).

Esta ley recibe el nombre de **Ley de la segregación o separación de los alelos en la segunda generación filial (F_2):** cuando se cruzan los híbridos de la primera generación los dos alelos de un mismo carácter no se fusionan o mezclan en ninguna forma, y se separan independientemente cuando se forman los gametos (fig. 3.4).

86 La herencia y la transmisión de los caracteres

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado para describir las leyes de Mendel.	Texto. Actividades
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir...	Resuelve problemas de Genética.	Activ. A
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos...	Identifica los genotipos y fenotipos de la descendencia realizando cruces simples.	Texto Activ. A
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Utiliza el retrocruzamiento para averiguar si los organismos portadores de un carácter dominante son homocigóticos o heterocigóticos.	Activ. B
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Interpretar las ilustraciones que representan la transmisión de los caracteres según las dos primeras leyes de Mendel.	ilustraciones
VII. APRENDER A APRENDER	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma...	Utiliza diversas estrategias para solucionar problemas de genética.	Activ. B



En el caso de la herencia dominante, los individuos portadores del carácter dominante (semillas amarillas) pueden ser puros o híbridos sin que se note ninguna diferencia en su apariencia. Un método para conocer su genotipo es mediante el **cruzamiento prueba o retrocruzamiento** (fig. 3.5), que consiste en cruzar el individuo en cuestión con los progenitores recesivos (aa).

- **Caso 1.** Si el fenotipo de la descendencia es homogéneo, 100 % lisos, el individuo a prueba es puro (AA).
- **Caso 2.** Si el fenotipo de descedencia está formado por individuos recesivos y dominantes en proporción aproximadamente igual, 50% amarillos y 50% verdes, el individuo a prueba es híbrido (Aa).

Herencia intermedia

Actividades

A ¿Qué genotipo tendrán las plantas obtenidas cuando se crucen dos individuos Ll (lisos)? ¿Qué fenotipo?

B Si tenemos una planta de guisantes de semillas amarillas, ¿Cómo podemos saber si es homocigótica o heterocigótica para el carácter del color? Realiza una tabla para ayudarte.

SOLUCIONARIO

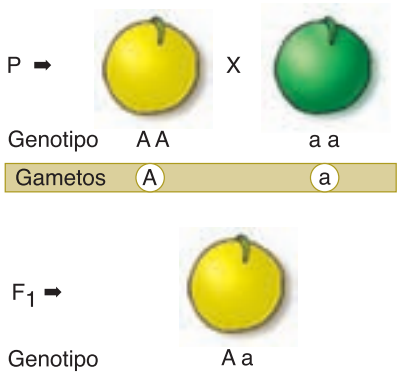
Actividades

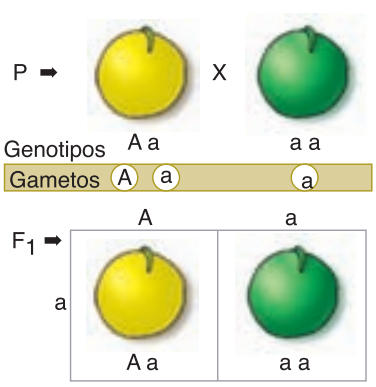
A. ¿Qué genotipo tendrán las plantas obtenidas cuando se crucen dos individuos Ll (lisos)?¿Qué fenotipo?

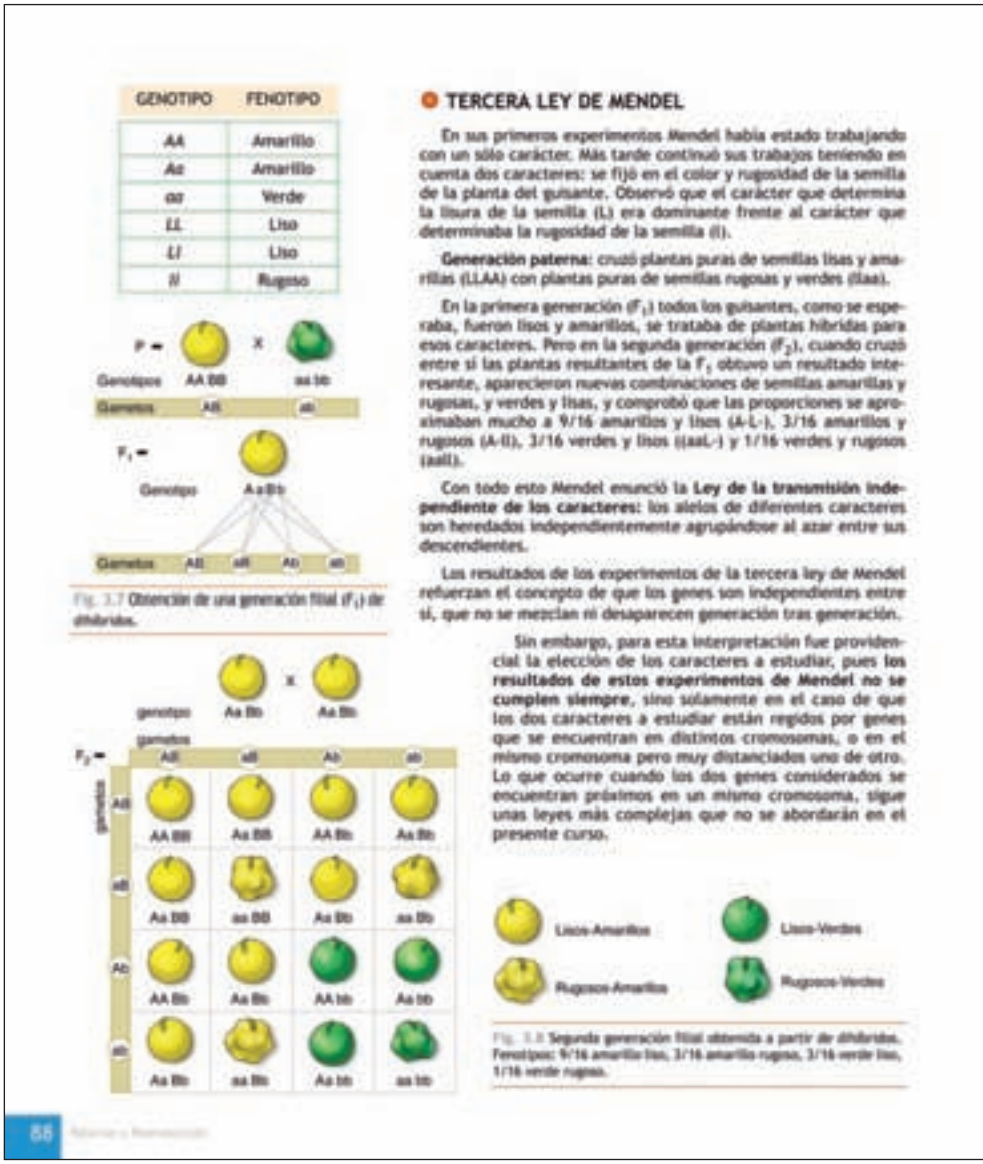
Habrá dos fenotipos distintos para tres genotipos diferentes: tres cuartas partes de las plantas obtenidas tendrán guisantes lisos (genotipos Ll y LL) y una cuarta parte de las plantas resultantes tendrán guisantes rugosos (genotipo ll).

B. Si tenemos una planta de guisantes de semillas amarillas, ¿Cómo podemos saber si es homocigótica o heterocigótica para el carácter del color? Realiza una tabla para ayudarte

A priori tendríamos dos posibilidades (AA y Aa) donde A es el alelo amarillo y a es el alelo verde. No se puede saber el genotipo con exactitud, para averiguarlo podemos recurrir al cruzamiento prueba o retrocruzamiento, que consiste en cruzar la planta con otra de genotipo aa. Si todos los descendientes son amarillos es muy probable que su genotipo sea AA (caso 1). Si obtenemos descendientes verdes (aproximadamente el 50%) es seguro que el genotipo de la planta problema es Aa (caso 2).







GENOTIPO	FENOTIPO
AA	Amarillo
Aa	Amarillo
aa	Verde
LL	Liso
Ll	Liso
ll	Rugoso

Fig. 3.7 Obtención de una generación filial (F_1) de dihíbridos.

TERCERA LEY DE MENDEL

En sus primeros experimentos Mendel había estado trabajando con un sólo carácter. Más tarde continuó sus trabajos teniendo en cuenta dos caracteres: se fijó en el color y rugosidad de la semilla de la planta del guisante. Observó que el carácter que determina la lisura de la semilla (L) era dominante frente al carácter que determinaba la rugosidad de la semilla (l).

Generación paterna: cruzó plantas puras de semillas lisas y amarillas (LLAA) con plantas puras de semillas rugosas y verdes (llaa).

En la primera generación (F_1) todos los guisantes, como se esperaba, fueron lisos y amarillos, se trataba de plantas híbridas para esos caracteres. Pero en la segunda generación (F_2), cuando cruzó entre sí las plantas resultantes de la F_1 obtuvo un resultado interesante, aparecieron nuevas combinaciones de semillas amarillas y rugosas, y verdes y lisas, y comprobó que las proporciones se aproximaban mucho a 9/16 amarillos y lisos (A-L-), 3/16 amarillos y rugosos (A-ll), 3/16 verdes y lisos (aaL-) y 1/16 verdes y rugosos (aall).

Con todo esto Mendel enunció la **Ley de la transmisión independiente de los caracteres:** los alelos de diferentes caracteres son heredados independientemente agrupándose al azar entre sus descendientes.

Los resultados de los experimentos de la tercera ley de Mendel refuerzan el concepto de que los genes son independientes entre sí, que no se mezclan ni desaparecen generación tras generación.

Sin embargo, para esta interpretación fue providencial la elección de los caracteres a estudiar, pues **los resultados de estos experimentos de Mendel no se cumplen siempre**, sino solamente en el caso de que los dos caracteres a estudiar están regidos por genes que se encuentran en distintos cromosomas, o en el mismo cromosoma pero muy distanciados uno de otro. Lo que ocurre cuando los dos genes considerados se encuentran próximos en un mismo cromosoma, sigue unas leyes más complejas que no se abordarán en el presente curso.

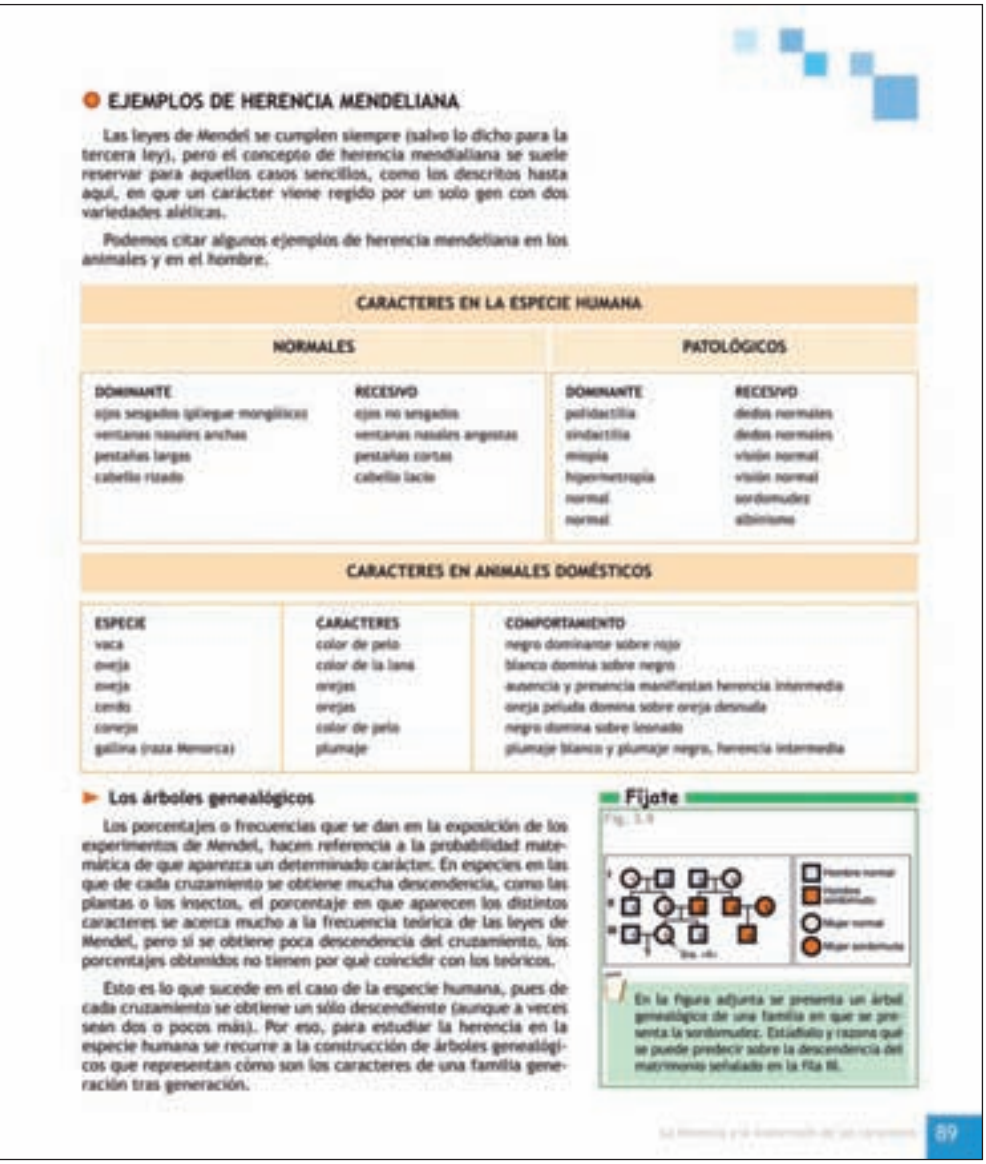
Liso-Amarillo
Liso-Verde
Rugoso-Amarillo
Rugoso-Verde

Fig. 3.8 Segunda generación filial obtenida a partir de dihíbridos. Fenotipos: 9/16 amarillo liso, 3/16 amarillo rugoso, 3/16 verde liso, 1/16 verde rugoso.

88

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado para describir las leyes de Mendel	Texto. Actividades
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible.	Resuelve problemas de Genética.	Texto e ilustraciones
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza e interpreta la información de los árboles genealógicos	Fíjate
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Se plantea problemas y da soluciones sobre casos de herencia mendeliana en los animales y en el hombre.	Texto
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Analiza e interpreta las ilustraciones que representan la transmisión de los caracteres según las leyes de Mendel	Ilustraciones
VII. APRENDER A APRENDER	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de decisiones racional y críticamente.	Utiliza diversas estrategias para solucionar problemas de genética.	Texto



EJEMPLOS DE HERENCIA MENDELIANA

Las leyes de Mendel se cumplen siempre (salvo lo dicho para la tercera ley), pero el concepto de herencia mendeliana se suele reservar para aquellos casos sencillos, como los descritos hasta aquí, en que un carácter viene regido por un solo gen con dos variedades alélicas.

Podemos citar algunos ejemplos de herencia mendeliana en los animales y en el hombre.

CARACTERES EN LA ESPECIE HUMANA

NORMALES		PATOLÓGICOS	
DOMINANTE	RECESIVO	DOMINANTE	RECESIVO
ojos sesgados (pliegue mongólico)	ojos no sesgados	polidactilia	dedos normales
ventanas nasales anchas	ventanas nasales angostas	sindactilia	dedos normales
pestañas largas	pestañas cortas	miopía	visión normal
cabello rizado	cabello liso	hipermetropía	visión normal
		normal	sordomudez
		normal	albinismo

CARACTERES EN ANIMALES DOMÉSTICOS

ESPECIE	CARACTERES	COMPORTAMIENTO
vaca	color de pelo	negro dominante sobre rojo
oveja	color de la lana	blanco domina sobre negro
oveja	orejas	ausencia y presencia manifiestan herencia intermedia
cerdo	orejas	oreja peluda domina sobre oreja desnuda
conejo	color de pelo	negro domina sobre leonado
gallina (raza Menorca)	plumaje	plumaje blanco y plumaje negro, herencia intermedia

Los árboles genealógicos

Los porcentajes o frecuencias que se dan en la exposición de los experimentos de Mendel, hacen referencia a la probabilidad matemática de que aparezca un determinado carácter. En especies en las que de cada cruzamiento se obtiene mucha descendencia, como las plantas o los insectos, el porcentaje en que aparecen los distintos caracteres se acerca mucho a la frecuencia teórica de las leyes de Mendel, pero si se obtiene poca descendencia del cruzamiento, los porcentajes obtenidos no tienen por qué coincidir con los teóricos.

Esto es lo que sucede en el caso de la especie humana, pues de cada cruzamiento se obtiene un sólo descendiente (aunque a veces sean dos o pocos más). Por eso, para estudiar la herencia en la especie humana se recurre a la construcción de árboles genealógicos que representan cómo son los caracteres de una familia generación tras generación.

Fíjate

En la figura adjunta se presenta un árbol genealógico de una familia en que se presenta la sordomudez. Estúdialo y razona qué se puede predecir sobre la descendencia del matrimonio señalado en la fila III.

SOLUCIONARIO

Fíjate

En la figura adjunta se presenta un árbol genealógico de una familia en que se presenta la sordomudez. Estúdialo y razona qué se puede predecir sobre la descendencia del matrimonio señalado en la fila III

En la fila I los individuos 3 y 4 no presentan sordomudez, y sin embargo la transmiten a su descendencia, por lo que se trata de un cruce entre dos individuos híbridos que transmiten a 3 y 4 de la fila II el genotipo ss (raza pura para el alelo recesivo de la sordomudez). En la fila II, los individuos 2 y 3 no transmiten la sordomudez, a pesar de que uno de ellos la presenta, por lo que el genotipo de su descendencia es Ss (heterocigótico). En la misma fila II, los individuos 4 y 5 presentan la enfermedad y la transmiten, ya que su genotipo es ss. Estos datos confirman que la sordomudez se debe a un alelo recesivo. Dado que, en la fila III la mujer es portadora de un alelo de sordomudez, si el varón fuera también portador la probabilidad sería del 25%, mientras que si el varón no fuera portador la descendencia no sufriría la enfermedad, aunque podría transmitirla.

RESUMEN

En este apartado se estudian algunos aspectos de la Genética humana como: la herencia del sexo, la herencia ligada al sexo, donde se verán como ejemplo los casos de los genes que producen el daltonismo y la hemofilia, y por último el polimorfismo genético, donde se verá la herencia de los grupos sanguíneos. También se plantean problemas de Genética relacionados con la transmisión de éstos y otros caracteres en humanos.



4 Genética humana

Herencia del sexo

Los genes que determinan la sexualidad se localizan en unos cromosomas denominados cromosomas sexuales.

De las 23 parejas de cromosomas que tiene la especie humana existe una pareja de **cromosomas sexuales** y 22 parejas de cromosomas que no están relacionados con la sexualidad que se denominan **autosomas.**

Existen dos tipos de cromosomas sexuales: el **cromosoma X,** más grande y con más genes aparte de los de la sexualidad, y el **cromosoma Y,** mucho más pequeño que prácticamente solo presenta genes relacionados con la sexualidad.

Las mujeres presentan, como cromosomas sexuales, una pareja de cromosomas X, mientras que los hombres poseen un cromosoma X y un cromosoma Y. Esta distribución de los cromosomas sexuales garantiza que en cualquier cruzamiento entre un hombre (XY) y una mujer (XX) las probabilidades de que los hijos nazcan de uno u otro sexo es del 50%.

Herencia ligada al sexo

Los cromosomas sexuales, especialmente el cromosoma X, además de llevar los genes que determinan el sexo poseen genes responsables de otros caracteres. Cuando se estudia la herencia de estos genes se habla de **herencia ligada al sexo.**

Como el cromosoma X posee un mayor número de genes no relacionados con la sexualidad las enfermedades ligadas a él son mucho más comunes (fig. 4.2). Además, los **genes ligados al sexo se pueden comportar de manera diferente en los hombres que en las mujeres** ya que mientras los hombres (XY) sólo poseen un alelo del mismo gen, las mujeres (XX) poseen los dos.

El **daltonismo** es una enfermedad ligada al sexo que produce una incapacidad para distinguir colores. Viene determinado por un **gen presente en el cromosoma X que es recesivo.** Para que se manifieste la enfermedad en las mujeres es necesario que posea los dos ejemplares del alelo, ya que si sólo tuviera uno, el alelo dominante para la visión normal ocultaría el carácter del daltonismo. Sin embargo, como los hombres sólo poseen un cromosoma X, basta con que sean portadores de un ejemplar del alelo para el daltonismo para que manifiesten la enfermedad.

Fig. 4.1 Determinación genética del sexo.

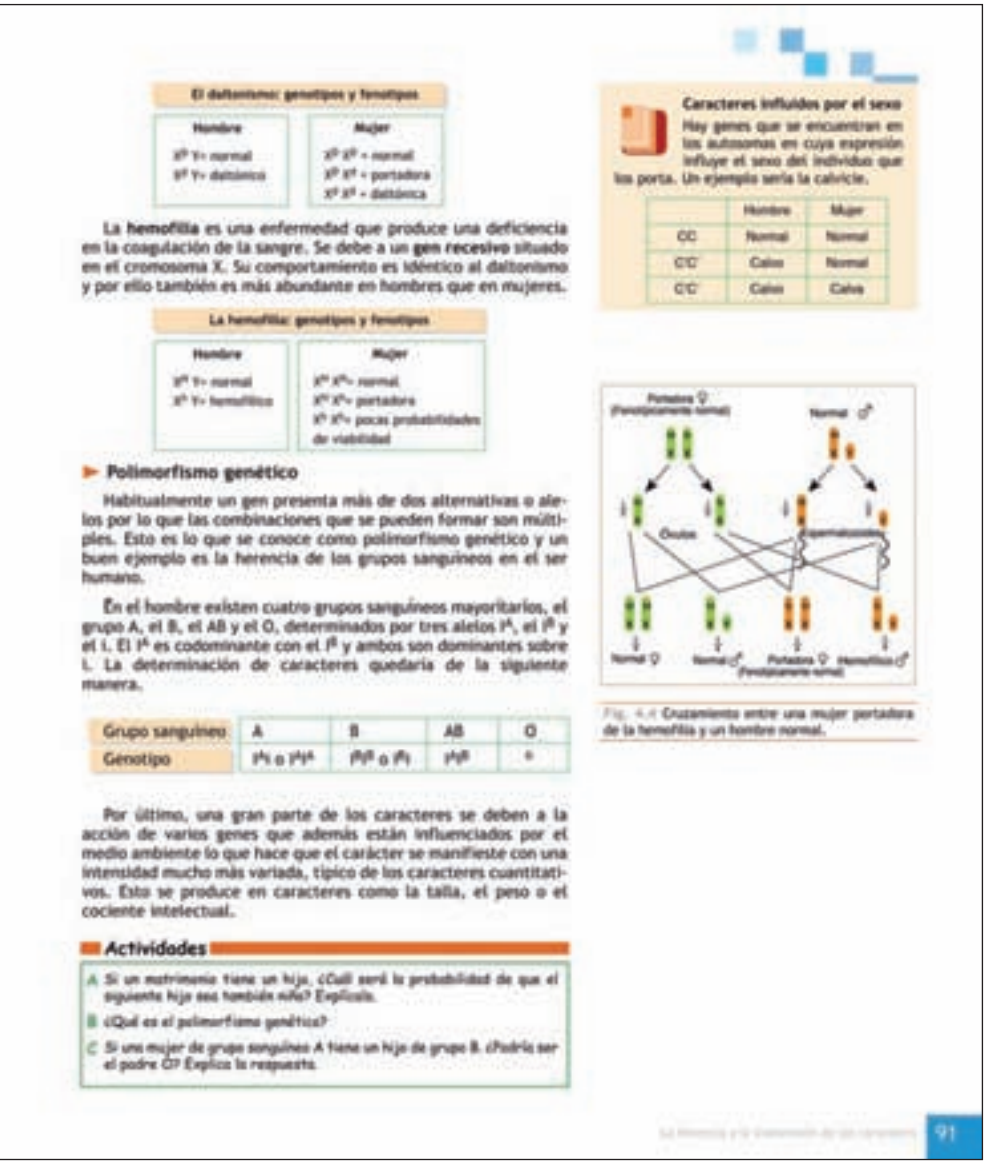
Fig. 4.2 Los cromosomas sexuales presentan secciones homólogas, en donde presentan los mismos alelos, y secciones no homólogas o diferenciales, en las que el cromosoma X o el Y es el único que aporta el alelo.

Fig. 4.3 Test del Daltonismo.

90

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado para describir los diferentes casos de genética humana que aparecen en el texto	Ilustraciones, texto y actividades
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible.	Realiza cálculos estadísticos sencillos para resolver problemas de herencia del sexo, herencia ligada al sexo y casos de polimorfismo genético.	Activ. A, B y C
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en...	Interpreta y comprende el polimorfismo genético.	Texto Activ. B
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos...	Analiza e interpreta como se transmiten las enfermedades ligadas al sexo.	Texto
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Analiza e interpreta esquemas de cruzamientos.	Ilustraciones
VIII. AUTONOMÍA E INICIATIVA PERSONAL	VII.2. Valorar el aprendizaje como un elemento que enriquece la vida personal y social, que merece por tanto el esfuerzo que requiere.	Valora la importancia de la genética para conocer como se transmiten las enfermedades en humanos.	Texto



El daltonismo: genotipos y fenotipos

Hombre	Mujer
$X^D Y$= normal $X^d Y$= daltónico	$X^D X^D$ = normal $X^D X^d$ = portadora $X^d X^d$ = daltónica

La **hemofilia** es una enfermedad que produce una deficiencia en la coagulación de la sangre. Se debe a un **gen recesivo** situado en el cromosoma X. Su comportamiento es idéntico al daltonismo y por ello también es más abundante en hombres que en mujeres.

La hemofilia: genotipos y fenotipos

Hombre	Mujer
$X^H Y$= normal $X^h Y$= hemofílico	$X^H X^H$= normal $X^H X^h$= portadora $X^h X^h$= pocas probabilidades de viabilidad

Caracteres influidos por el sexo

Hay genes que se encuentran en los autosomas en cuya expresión influye el sexo del individuo que los porta. Un ejemplo sería la calvicie.

	Hombre	Mujer
CC	Normal	Normal
C'C	Calvo	Normal
C'C'	Calvo	Calva

Fig. 4.4 Cruzamiento entre una mujer portadora de la hemofilia y un hombre normal.

Polimorfismo genético

Habitualmente un gen presenta más de dos alternativas o alelos por lo que las combinaciones que se pueden formar son múltiples. Esto es lo que se conoce como polimorfismo genético y un buen ejemplo es la herencia de los grupos sanguíneos en el ser humano.

En el hombre existen cuatro grupos sanguíneos mayoritarios, el grupo A, el B, el AB y el O, determinados por tres alelos I^A, el I^B y el i. El I^A es codominante con el I^B y ambos son dominantes sobre i. La determinación de caracteres quedaría de la siguiente manera.

Grupo sanguíneo	A	B	AB	O
Genotipo	$I^A I^A$ o $I^A i$	$I^B I^B$ o $I^B i$	$I^A I^B$	ii

Por último, una gran parte de los caracteres se deben a la acción de varios genes que además están influenciados por el medio ambiente lo que hace que el carácter se manifieste con una intensidad mucho más variada, típico de los caracteres cuantitativos. Esto se produce en caracteres como la talla, el peso o el cociente intelectual.

Actividades

A Si un matrimonio tiene un hija, ¿Cuál será la probabilidad de que el siguiente hijo sea también niño? Explícalo.

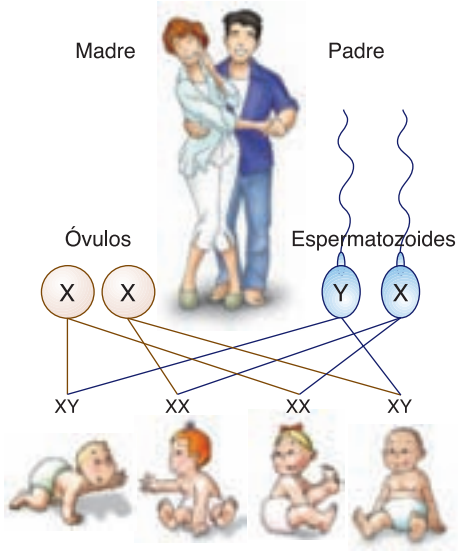
B ¿Qué es el polimorfismo genético?

C Si una mujer de grupo sanguíneo A tiene un hija de grupo B, ¿Podría ser el padre O? Explica la respuesta.

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Si un matrimonio tiene un hijo, ¿Cuál será la probabilidad de que el siguiente hijo sea también niño? Explícalo.



Como se observa en el esquema, todos los óvulos aportan un cromosoma X y de los espermatozoides la mitad aporta un cromosoma X y la otra un cromosoma Y. Por tanto la probabilidad de que el siguiente hijo sea también niño sería la misma, el 50%.

B. ¿Qué es el polimorfismo genético?

Se produce cuando, habitualmente, un gen presenta más de dos alternativas o alelos por lo que las combinaciones que se pueden realizar son múltiples. Un ejemplo de este caso es la herencia de los grupos sanguíneos.

C. Si una mujer de grupo sanguíneo A tiene un hijo de grupo B. ¿Podría ser el padre O? Explica la respuesta

Si el hijo es del grupo B (genotipos $I^B I^B$ o $I^B i$) y la madre es del grupo sanguíneo A (genotipos $I^A i$ o $I^A I^A$) la única posibilidad que hay es que el hijo presente el genotipo $I^B i$ y, por tanto, la madre presentará el genotipo $I^A i$ para aportar al hijo el alelo i y el padre necesariamente deberá aportar el otro alelo I^B. Esto significa que el padre no podría ser del grupo O (genotipo ii).

RESUMEN

El primero en utilizar el término de Mutación fue Hugo de Vries en 1901, que lo aplicó a los cambios bruscos en los caracteres de una especie. Actualmente, el concepto de mutación no se restringe a los cambios bruscos, sino a cualquier cambio heredable del genotipo. En concreto, las variaciones alélicas de los genes estudiadas hasta ahora (colores de los guisantes, color de las plumas de las gallinas, color de los ojos, etc.), son mutaciones del gen más primitivo en la especie, que suele llamarse gen silvestre.

Otra consecuencia de las mutaciones es la evolución biológica; si las especies de organismos hubieran mantenido siempre sus genes inalterados, no se habría dado la evolución biológica y la biodiversidad que hoy conocemos.



5 Mutaciones

La diversidad del ser humano es muy grande. Tenemos miles de caracteres diferentes codificados cada uno por combinaciones de dos o más alelos. Excepto en el caso de los gemelos idénticos o univitelinos no hay dos seres humanos iguales, cada persona es única. Pero, ¿cuál es la causa de tanta diversidad? ¿Por qué existen tantos alelos? Una de las causas de dicha diversidad genética son las mutaciones.

Las **mutaciones** son variaciones al azar del material genético que aparecen espontáneamente debido a errores en la duplicación del DNA o a cambios en su composición química inducidos por agentes mutagénicos. Son heredables, es decir, pasan del sujeto que las sufre a su descendencia.

La mayor parte de las mutaciones que ocurren pasan desapercibidas y no se manifiestan en el fenotipo por ser recesivas o producirse en zonas del cromosoma que no regulan ningún carácter. Entre las que se manifiestan la mayoría suelen ser incompatibles con la vida o desencadenan enfermedades, y tan sólo una pequeña fracción pueden originar cambios beneficiosos que proporcionarán al individuo una mejor adaptación y supervivencia.

Fig. 5.1 Albinismo.

Agentes mutagénicos: Son agentes físicos, químicos y biológicos que aumentan la probabilidad de que se produzcan mutaciones.

	Agentes mutagénicos
Físicos	Radiactividad Rayos X Rayos UV
Químicos	Benzopirenos del tabaco Asbesto de construcciones
Biológicos	Virus

Tipos de mutaciones

Mutaciones genéticas o puntuales: Son cambios en la composición química de los genes.

Se producen espontáneamente en la naturaleza. Las más comunes afectan sólo a algunos nucleótidos. La radiactividad, los rayos ultravioleta, los rayos X, y algunas sustancias químicas son la causa de muchas de estas mutaciones. Sin embargo, un número considerable se debe a errores en la duplicación del DNA.

Mutaciones cromosómicas: consiste en roturas o deformaciones de los cromosomas o en una distribución inadecuada del número de cromosomas que se reparten de forma incorrecta durante la meiosis. En realidad los genes no sufren cambios, pero van a parar al sitio equivocado.

Fig. 5.2 Mutaciones Cromosómicas.

ENFERMEDADES GENÉTICAS

Son las debidas a errores en la información hereditaria. Son enfermedades que pueden transmitirse a la descendencia.

La mayor parte de ellas se deben a la alteración de un solo gen, pero algunas son causadas por la combinación de alelos de distintos genes o por anomalías cromosómicas.

Las alteraciones del mensaje hereditario que producen estas enfermedades **son consecuencia de mutaciones en las células germinales.**

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado para describir las mutaciones y las enfermedades genéticas.	Texto Activ. A, B y C
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Comprende y produce textos descriptivos y explicativos acerca las consecuencias de las mutaciones en humanos	Activ. C
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza e interpreta el efecto que producen las mutaciones en las células germinales.	Texto e ilustraciones Activ. A
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Identifica la importancia del consejo genético y el diagnóstico prenatal.	Texto
	III.7. A partir del conocimiento del cuerpo humano, de la naturaleza y de la interacción del ser humano con ella, adoptar una disposición a una vida física y mental saludable en un entorno natural y social también saludable, así como desarrollar hábitos de consumo responsable en la vida cotidiana.	Reconoce la importancia de evitar la exposición a los agentes mutagénicos	Texto e ilustraciones
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Interpreta las ilustraciones sobre las mutaciones	Ilustraciones



Debidas a mutaciones puntuales

Un pequeño cambio en un alelo, una mutación puntual, puede ser suficiente para impedir su correcto funcionamiento. Cuando la mutación impide el funcionamiento del alelo mutado no suele producir ningún efecto nocivo si el otro alelo funciona normalmente. La enfermedad aparece cuando coinciden dos alelos mutados. Es decir, la aparición de la enfermedad es un carácter recesivo.

Sin embargo, en algunas ocasiones, como en el caso de una mutación que produzca un aumento de la actividad biológica, un solo alelo defectuoso puede tener consecuencias patológicas. En este caso, la aparición de la enfermedad es dominante.

Debidas a mutaciones cromosómicas

El síndrome de Down se llama también trisomía del cromosoma 21 porque las personas que sufren este síndrome poseen en sus células tres ejemplares del cromosoma 21, en vez de dos. Esta anomalía causa problemas metabólicos, baja estatura, pelo liso, ojos oblicuos y retraso metal.

El síndrome de Turner (mujeres con un solo cromosoma X) y el síndrome de Klinefelter (hombres XXY) se deben también a la distribución incorrecta de los cromosomas en la meiosis.

Consejo genético y diagnóstico prenatal

Conocer la existencia de enfermedades hereditarias supone la posibilidad de tener en cuenta el riesgo de que la posible descendencia de una pareja pueda heredar una de estas enfermedades.

El **consejo genético** realiza una determinación del riesgo, que es mucho más fácil en las enfermedades dependientes de un solo gen, que en las enfermedades debidas a la combinación de varios genes.

El **diagnóstico prenatal** se hace de dos maneras:

- **Obtención de imágenes** del desarrollo del embrión o del feto en el útero. La **ecografía** es la técnica más extendida y permite observar la forma del feto y comprobar su crecimiento.
- **Análisis citológicos o bioquímicos.** La técnica más habitual es la **amniocentesis**, que permite obtener y analizar el líquido amniótico que rodea al embrión o feto. Los análisis consisten normalmente en la determinación de anomalías cromosómicas y en conocer la proporción de algunas sustancias indicadoras de errores metabólicos.

Actividades

A. Compara las distintas consecuencias que puede tener una mutación en una célula germinal con respecto a una mutación en una célula somática.

B. La hemofilia es una enfermedad ligada al sexo. Explica cuál es la relación entre el sexo del individuo y la enfermedad.

C. ¿Por qué casi todas las mutaciones son perjudiciales?

Fig. 1.3 La falta de un cromosoma X produce el síndrome de Turner en las hembras y hace inviable el desarrollo de los varones.

Fig. 1.4 Diagnóstico prenatal: amniocentesis. Se extraen células de la cavidad amniótica, se cultivan hasta obtener un número suficiente, y se analizan.

93

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Compara las distintas consecuencias que puede tener una mutación en una célula germinal con respecto a una mutación en una célula somática.

Una mutación en una célula germinal podría pasar a la descendencia y propagarse a las generaciones futuras. Una mutación en una célula somática puede afectar solamente al organismo que la sufre.

B. La hemofilia es una enfermedad ligada al sexo. Explica cual es la relación entre el sexo del individuo y la enfermedad.

La hemofilia se debe a un alelo recesivo presente en el cromosoma X. Como la mujer tiene dos cromosomas X, basta con que uno de los dos no tenga el alelo para que no sufra la enfermedad, aunque podría transmitirla. En el caso de un varón, si el cromosoma X tiene el alelo determinante de la hemofilia, sufrirá la enfermedad, ya que no tiene más que un cromosoma X. En consecuencia, es mucho más probable que padezcan la hemofilia los hombres que las mujeres.

C. ¿Por qué casi todas las mutaciones son perjudiciales?

Porque las mutaciones alteran aleatoriamente la información contenida en los genes. Dado que un organismo es un sistema altamente organizado y los cambios se producen aleatoriamente, casi todos ellos serán indiferentes o producirán un desajuste en la organización y solamente algunos de ellos mejorarán un sistema que es muy difícil de mejorar.

RESUMEN

En este apartado se estudia una cuestión de gran importancia social relacionada con la Genética actual, como es la Ingeniería genética y sus múltiples y, a menudo, controvertidas aplicaciones.

La tremenda potencia de la ingeniería genética es evidente: diagnóstico y prevención de enfermedades del hombre y de otros seres vivos, producción masiva y más barata de medicamentos de origen biológico, obtención de alimentos de origen animal y vegetal más nutritivos….etc. Ante una herramienta tan poderosa se hace imperiosa la necesidad de disponer de códigos éticos que regulen las actividades relacionadas con la intervención en los genomas.



6 Biotecnología e ingeniería genética

La **Biotecnología** consiste en la utilización de organismos vivos o compuestos procedentes de ellos para obtener algún beneficio para el ser humano (alimentos, medicinas, etc) o para el medio ambiente.

Desde el comienzo de la civilización humana la biotecnología y la alimentación han ido juntas; ya que los agricultores y los ganaderos han realizado siempre cruces selectivos de plantas y animales para conseguir mejores variedades vegetales o mejores razas animales. Además, la biotecnología tradicional se ha servido de los microorganismos para la obtención de productos tan importantes como el pan, derivados lácteos, como el queso y el yogur, y bebidas alcohólicas, como el vino y la cerveza (fig. 6.1). Durante la primera mitad del siglo XX se añadieron a la lista de productos obtenidos de seres vivos (biotecnología), sustancias tan importantes como los antibióticos penicilina y estreptomicina, que mejoraron en gran medida la esperanza de vida del ser humano.

Con el descubrimiento de DNA como molécula portadora de la información genética y los avances científicos que se produjeron durante la segunda mitad del siglo XX, surgieron nuevas técnicas entre ellas la **Tecnología del DNA recombinante**, también llamada **Ingeniería Genética** que dieron paso a la **Biotecnología moderna.**

La **Ingeniería Genética** consiste en la manipulación, a nivel molecular, de la información genética de los seres vivos. Esta técnica permite, por tanto, modificar las propiedades de los seres vivos con la finalidad de obtener un mayor beneficio para el ser humano.

Los organismos cuya información genética ha sido modificada al introducirles uno o más genes, de seres vivos de otra especie, mediante técnicas de ingeniería genética, se denominan **organismos transgénicos u organismos genéticamente modificados** (OGM). El DNA formado en el laboratorio por la unión de DNA de seres vivos de diferentes especies se denomina **DNA recombinante.**

La biotecnología moderna se utiliza actualmente en la:

- **Industria farmacéutica.** Se utilizan microorganismos modificados genéticamente (OGM) para producir proteínas de interés terapéutico como la insulina, la hormona del crecimiento, la eritropoyetina, etc. También se pueden utilizar para producir vacunas como por ejemplo la vacuna contra la hepatitis B.
- **Mejora del medio ambiente.** Los microorganismos se utilizan para eliminar o degradar contaminantes o residuos peligrosos y en el tratamiento de las aguas residuales (biodepuración). Se están desarrollando OGM que capturan metales contaminantes (mercurio, cadmio, uranio, cobre…), degradan hidrocarburos o pesticidas, etc.

Fig. 6.1 Las levaduras intervienen en la elaboración del vino, la cerveza y el pan. El CO_2 producido por las levaduras produce el hinchamiento de la masa (el alcohol se elimina durante la cocción).

Sabías que…
Una vez que se obtenga el inventario de todos los genes del ser humano se podrán buscar los genes responsables de gran número de enfermedades de origen genético, así como conocer que influencia tienen los genes en el desarrollo de enfermedades como la depresión, donde el entorno tiene un papel decisivo.

94

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado para describir en qué consiste y cuáles son las aplicaciones de la biotecnología.	Texto
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Comprende y produce textos descriptivos y explicativos sobre la influencia de la ingeniería genética en la vida humana.	Texto
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza las principales aplicaciones de la biotecnología moderna.	Texto
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales…	Identifica la importancia de la terapia génica en la curación de enfermedades genéticas.	Texto
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Analiza ilustraciones para entender procesos relacionados con la terapia génica.	Texto e ilustraciones
VII. APRENDER A APRENDER	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de decisiones racional y críticamente.	Reconoce la necesidad de estar informado sobre los alimentos transgénicos para conocer sus riesgos y beneficios.	Texto

- **Obtención de biocombustibles.** Actualmente se obtienen etanol, que se utiliza como combustible para automóviles, a partir de cultivos como la caña de azúcar y algunos cereales. También se obtiene metano por fermentación de residuos orgánicos. Los científicos trabajan para mejorar la obtención de bioetanol y de biogas (metano) a partir de OGM.
- **Alimentos transgénicos.** Son productos de origen vegetal o animal obtenidos a partir de OGM. Se han conseguido plantas resistentes a herbicidas, plantas que toleran condiciones ambientales extremas (sequía, heladas...), plantas con mejores condiciones nutricionales (como el arroz dorado que tiene provitamina A), etc.

  Hay animales transgénicos que crecen más rápido y alcanzan un mayor tamaño, otros que producen menos grasa, otros que producen más leche, etc. También hay mamíferos que producen en la leche determinados fármacos o nuevos nutrientes.
- **Industria.** Los OGM se pueden utilizar para limpiar metales en minería, para la producción de plásticos biodegradables, etc.
- **Terapia génica** para la curación de enfermedades genéticas debidas a la alteración de un solo gen. Consiste en introducir, en determinadas células del paciente, mediante técnicas de ingeniería genética, copias sanas del gen que se encuentra mutado en sus células (fig. 6.2). Al expresarse el nuevo gen en las células del enfermo se producirá la proteína con interés terapéutico y desaparecerá la enfermedad.

Con los animales transgénicos se abre la posibilidad de la realización de trasplantes de sus órganos, principalmente corazón, hígado y riñón, en seres humanos (xenotransplantes) sin prácticamente problemas de rechazo.

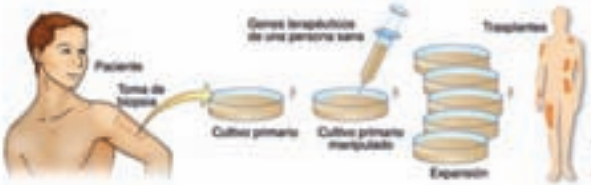


Fig. 6.2 Terapia genética.

- **Investigaciones** de personas. Cada célula de nuestro organismo tiene DNA con la información específica de cada persona. Las pruebas de DNA se emplean en pruebas de paternidad y en la investigación de ciertos delitos (fig. 6.3).

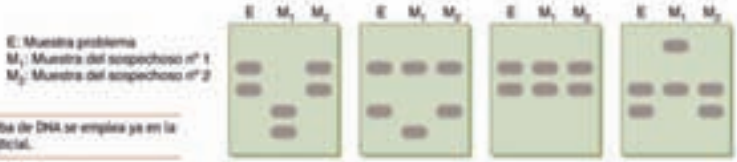


Fig. 6.3 La prueba de DNA se emplea ya en la investigación judicial.

RESUMEN

El tema termina con la clonación en animales. Se estudia el primer caso de clonación de un mamífero adulto, la clonación de la oveja Dolly en 1997.

La clonación junto con las técnicas de la ingeniería genética ha conseguido también que se produzcan animales clónicos y transgénicos y se está investigando para conseguir en un futuro órganos para xenotrasplantes, en este último caso se trata de clonar cerdos modificados genéticamente para que sus órganos no provoquen rechazo cuando sean trasplantados a personas.

Otro campo importantísimo de investigación son las células madre embrionarias, que tienen muchas aplicaciones clínicas pues pueden ser empleadas en medicina regenerativa, inmunoterapia y terapia génica.



7 La clonación

La clonación tanto de plantas como de animales es hoy en día una realidad. Consiste en realizar copias genéticamente idénticas de un mismo individuo. Las plantas se prestan muy bien a la clonación, ya que para muchas de ellas, en la naturaleza, la reproducción asexual es más frecuente que la sexual. Sin embargo, los animales superiores no suelen reproducirse asexualmente y por ello su clonación es más difícil.

La clonación de animales se realiza partiendo de un ovocito o cigoto no fecundado al que se le elimina su núcleo y se sustituye por el núcleo de una célula del animal que se quiere clonar.

El **primer experimento de clonación en vertebrados** se realizó en 1952 con huevos de ranas. El núcleo transplantado al cigoto fue de células embrionarias y se consiguieron adultos normales.

1.- Oveja donante
2.- Célula de glándula mamaria aislada
3.- Célula de glándula mamaria en reposo, preparada para su clonación
4.- Oveja que proporcionó la ovocitula
5.- Ovocito aislado
6.- Ovocito sin núcleo
7.- Inyección de la célula de la glándula mamaria en el ovocito enucleado
8.- Fusión de las dos células provocada por descargas eléctricas
9.- Embrión
9.- «madre de alquiler». Transferencia embrionaria
10.- Duplicado genético
Dolly

Posteriormente se obtuvieron también **mamíferos clónicos**, mediante la transferencia de núcleos de embriones en estadios muy tempranos del desarrollo a cigotos enucleados y clonaron así ratones, conejos, ovejas, vacas, cerdos, monos y alguna otra especie doméstica.

Pero en 1997 el equipo de Ian Wilmut, del Instituto Roslin de Edimburgo, comunicó la primera clonación de un mamífero a partir de una célula diferenciada de un adulto, se trataba de la **oveja clónica *Dolly***. La importancia del nacimiento de la oveja *Dolly* es que por primera vez se ha logrado crear un **clon de un adulto**. *Dolly* carecía de padre y fue producto de tres madres: la donadora del óvulo, la donadora del núcleo y la que la alumbró, que genéticamente no le aportó nada (fig. 7.1).

Fig. 7.1 La clonación de la oveja Dolly

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos...	Utiliza el vocabulario adecuado para explicar la clonación.	Texto
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer...	Comprende y produce textos descriptivos y explicativos sobre la clonación de la oveja Dolly.	Texto e ilustraciones
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y...	Establece semejanzas y diferencias entre la clonación reproductiva y la terapéutica.	Activ. A
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y...	Identifica cuando son importantes las investigaciones con animales y con embriones humanos clónicos.	Activ. B
	III.4. Reconocer la naturaleza, fortalezas y límites de la...	Analiza los problemas éticos que plantea la clonación terapéutica.	Activ. C
IV. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y COMPETENCIA DIGITAL	IV.3. Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación extrayendo su máximo rendimiento ...	Busca información sobre los problemas éticos que plantea la clonación terapéutica.	Activ. C
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos ...	Interpreta las ilustraciones sobre la clonación de la oveja Dolly.	Ilustraciones
VII. APRENDER A APRENDER	VII.2. Valorar el aprendizaje como un elemento que enriquece la vida personal y social, que merece por tanto el esfuerzo que requiere.	Valora la importancia de las investigación sobre clonación para solucionar problemas como: conservación de especies en peligro de extinción, curación de enfermedades, regeneración de tejidos...	Activ. B

La clonación de la oveja *Dolly* a partir de una célula de la glándula mamaria de otra oveja adulta ha demostrado que una célula diferenciada de un animal adulto puede **reprogramarse** y empezar a proliferar en un medio adecuado, para dar lugar a todas las células de un individuo adulto.

Actualmente se han conseguido ya clones de adultos en varias especies: ratones, vacas, cabras y cerdos. Sin embargo, tras varios años de experiencia, los éxitos obtenidos continúan siendo escasos y abundan los casos de abortos, muertes prematuras y malformaciones en los animales de experimentación recién nacidos. Además, Dolly sufrió un envejecimiento precoz y murió a los 5 años y medio. Otros mamíferos clónicos han tenido también síntomas de envejecimiento y esta, es por tanto, una de las áreas donde los científicos tienen que avanzar.

La utilización conjunta de las técnicas de ingeniería genética y clonación abre muchas perspectivas en cuanto a las posibilidades de manipulación de los seres vivos.

Algunas **aplicaciones de la clonación** de animales son: conservación de especies en peligro de extinción, clonación de animales de compañía y de los ejemplares de mayor valor productivo, etc.



Fig. 7.3 La oveja Dolly

Clonación terapéutica en humanos

Tras los experimentos con animales, en algunos países, entre ellos España, se ha creado una normativa que permite realizar este tipo de clonación no reproductiva. La Ley prohíbe la clonación reproductiva en humanos.

La **clonación terapéutica** tiene como finalidad la obtención de células madre para tratar enfermedades y regenerar tejidos dañados.

Consiste en utilizar una célula cualquiera del paciente, cuyo núcleo se transfiere a un ovocito enucleado y generar un embrión artificial en el laboratorio que tendrá la misma información genética del paciente, es decir, un embrión clónico (de unos 7 días). A partir de él se pueden obtener las células madre embrionarias que, a su vez, pueden tratarse y diferenciarse en el laboratorio para conseguir el tipo de célula que está dañada en el paciente, y proceder al trasplante sin peligro alguno de rechazo inmunológico.

Actividades

A Señala las semejanzas y diferencias entre la clonación reproductiva y la clonación terapéutica.

B ¿En qué tipo de investigaciones puede ser importante trabajar con animales clónicos? ¿Y con embriones humanos clónicos?

C Busca información sobre los problemas éticos que plantea la clonación terapéutica y coméntala en clase.

97

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Señala las semejanzas y diferencias entre la clonación reproductiva y la clonación terapéutica.

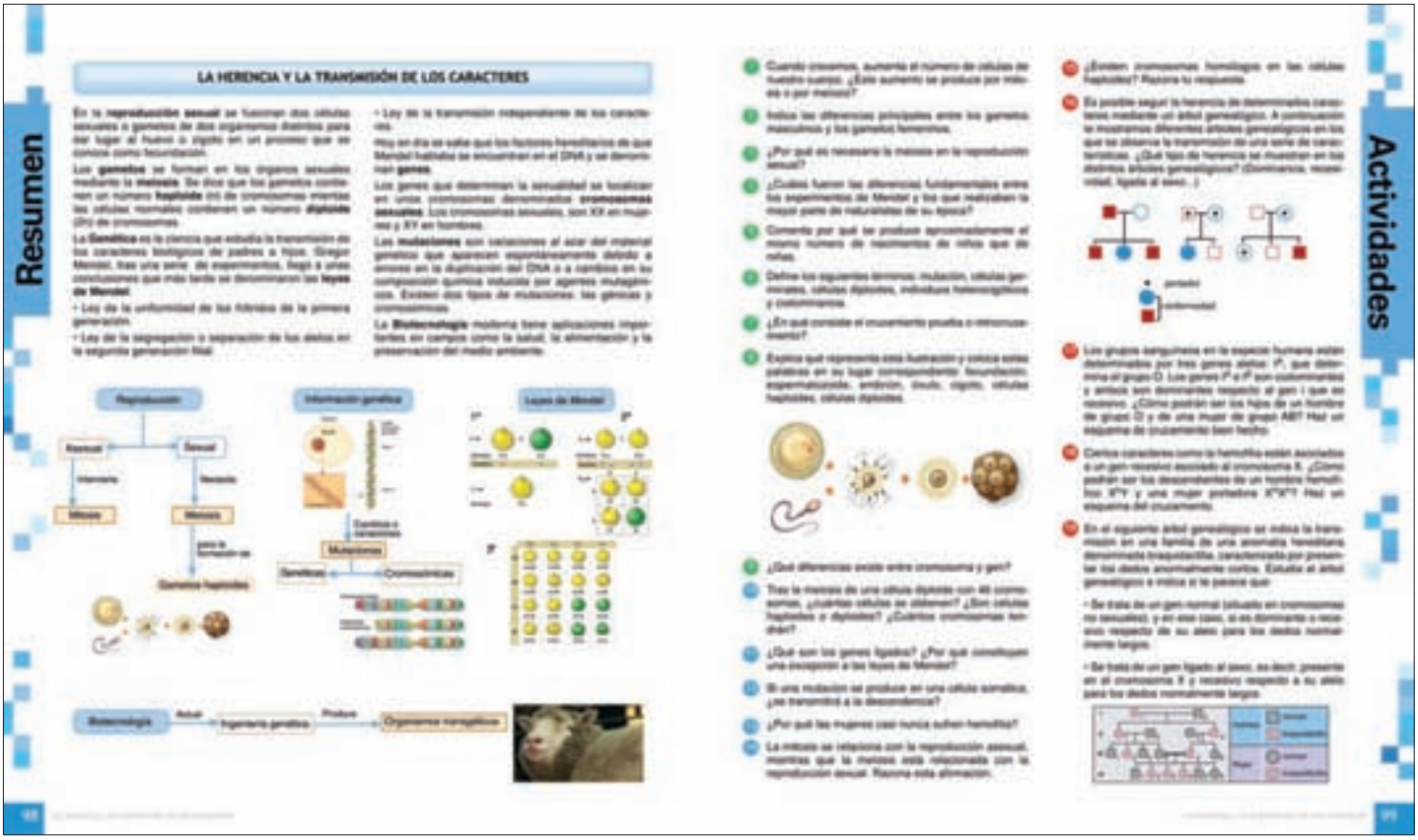
La clonación terapéutica se realiza para obtener células madre para tratar enfermedades y regenerar tejidos mientras que la clonación reproductiva busca la obtención de organismos idénticos.

B. ¿En qué tipo de investigaciones puede ser importante trabajar con animales clónicos? ¿Y con embriones humanos clónicos?

Clonación de especies en peligro de extinción, clonación de animales de compañía y de los ejemplares de mayor valor productivo... Los embriones humanos clónicos son útiles para obtener células madre embrionarias que pueden dar todo tipo de células dañadas en el paciente y proceder al transplante sin ningún rechazo inmunológico.

C. Busca información sobre los problemas éticos que plantea la clonación terapéutica y coméntala en clase.

Es una actividad de búsqueda de información que puede plantearse para trazar un debate entre las ventajas e inconvenientes de la clonación y favorecer la participación activa en el aula.



DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	ACTIVIDADES
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.1. Expresar de forma oral y escrita pensamientos, emociones, vivencias y opiniones.	2, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 13, 14, 15
	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	6, 8, 9, 11
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible.	5, 10, 16, 17, 18, 19
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	1, 2, 3, 9
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	4, 7, 14
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	5, 11, 12, 13
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	8, 16, 19

SOLUCIONARIO

Actividades de refuerzo

1. Cuando crecemos, aumenta el número de células de nuestro cuerpo. ¿Este aumento se produce por mitosis o por meiosis?

Por mitosis

2. Indica las diferencias principales entre los gametos masculinos y los gametos femeninos.

Los gametos masculinos son móviles y no acumulan sustancias de reserva. Los gametos femeninos son inmóviles y acumulan sustancias de reserva.

3. ¿Por qué es necesaria la meiosis en la reproducción sexual?

Esto es debido a que la meiosis produce gametos, que están destinados a fusionarse en la fecundación, proceso clave en la reproducción sexual, manteniendo el número de cromosomas

4. ¿Cuáles fueron las diferencias fundamentales entre los experimentos de Mendel y los que realizaban la mayor parte de naturistas de su época?

Principalmente Mendel realizó cruces entre plantas de la misma especie que diferían en caracteres concretos. Estudió los caracteres por separado y estudió numerosos individuos y acompaño sus observaciones de cálculos estadísticos que le permitieron obtener conclusiones fiables.

5. Comenta por qué se produce aproximadamente el mismo numero de nacimientos de niños que de niñas.

Todos los óvulos aportan un cromosoma X y de los espermatozoides la mitad aporta un cromosoma X y la otra un cromosoma Y, por lo que existe el 50% de posibilidades de que el nuevo individuo sea niño o niña.

6. Define los siguientes términos: mutación, células germinales, células diploides, individuos heterocigóticos y codominancia.

Mutación: son variaciones al azar del material genético que aparecen espontáneamente debido a errores en la duplicación del DNA o a cambios en su composición química inducida por agentes mutagénicos. Son heredables, es decir, pasan del sujeto que las sufre a su descendencia.

Células germinales: son las células encargadas de producir los gametos.

Células diploides: Las células que contienen dos series de cromosomas homólogos se les llama células diploides (2n) y son todas las células normales.

Individuos heterocigóticos: son individuos que presentan los alelos para un determinado carácter diferentes.

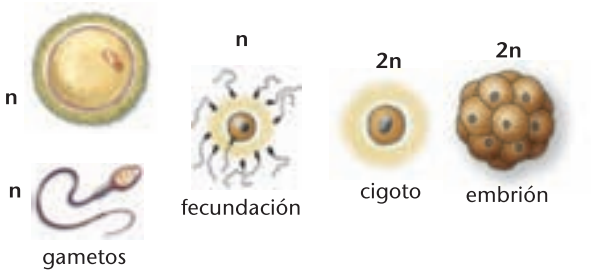
Codominancia: Se da cuando los dos alelos que codifican un determinado carácter presentan la misma potencia y se expresan por igual en el híbrido.

7. ¿En qué consiste el cruzamiento prueba o retrocruzamiento?

Es una forma de saber, en el caso de la herencia dominante, si nos encontramos ante un individuo puro (AA) o híbrido (Aa) y consiste en cruzar el individuo en cuestión con los progenitores recesivos (aa). Si tras el cruce el fenotipo de la descendencia es homogéneo el individuo es puro, si al contrario el fenotipo de descendencia esta formado por individuos recesivos y dominantes en proporciones iguales se trata de un individuo recesivo.

8. Explica qué representa esta ilustración y coloca estas palabras en su lugar correspondiente: fecundación, espermatozoide, embrión, óvulo, cigoto, células haploides, células diploides.

Estamos ante un esquema del proceso de fecundación en donde los alumnos deben interpretar el paso de células haploides de los gametos hasta formar el cigoto diploide que formará el individuo adulto.



9. ¿Qué diferencia existe entre cromosoma y gen?

Un gen es la información hereditaria que determina un carácter de un individuo y se encuentran distribuidos en los cromosomas.

Asegura tus conocimientos

10. Tras la meiosis de una célula diploide con 46 cromosomas, ¿cuántas células se obtienen? ¿Son células haploides o diploides? ¿Cuántos cromosomas tendrán?

Se obtienen 4 células. Se trata de células haploides y tendrán 23 cromosomas.

11. ¿Qué son los genes ligados? ¿Por qué constituyen una excepción a las leyes de Mendel?

Son los genes que están unidos en el mismo cromosoma. Constituyen una excepción a tercera ley de Mendel porque no se transmiten independientemente al azar, sino que se transmiten juntos en el mismo cromosoma.

12. Si una mutación se produce en una célula somática. ¿Se transmitirá a la descendencia?

No, solo afectara al individuo que la contiene.

13. ¿Por qué las mujeres casi nunca sufren hemofilia?

La hemofilia se debe a un alelo presente en el cromosoma X. Como la mujer tiene dos cromosomas X, basta con que uno de los dos cromosomas no tenga el alelo para que no sufra la enfermedad, aunque podría transmitirla. Para que una mujer sufra la enfermedad sería necesario que los dos cromosomas X tuvieran el alelo. Como el alelo es relativamente raro, la probabilidad de que se reúnan dos cromosomas con los alelos causantes de la hemofilia es muy baja. Por otra parte, la mortalidad en mujeres hemofílicas es muy alta.

14. La mitosis se relaciona con la reproducción asexual, mientras que la meiosis está relacionada con la reproducción sexual. Razona esta afirmación.

Porque la mitosis no produce gametos, mientras que sí los produce la meiosis. Los gametos son células destinadas a fusionarse en la fecundación, proceso clave en la reproducción sexual.

Actividades de ampliaciόm

15. Existen cromosomas homólogos en las células haploides? Razona tu respuesta

No, ya que, como las células sexuales, únicamente presentan uno de los cromosomas homólogos y se unen en la fecundación para formar un individuo adulto con la misma información genética que sus progenitores.

16. Es posible seguir la herencia de determinados caracteres mediante un árbol genealógico. A continuación te mostramos diferentes árboles genealógicos en los que se observa la transmisión de una serie de características. ¿Qué tipo de herencia se muestran en los distintos árboles genealógicos? Dominancia, recesividad, ligada al sexo...

Es una actividad para comprender la forma de transmisión de los caracteres mediante árboles genealógicos sencillos. En el primer caso se trata de herencia dominante Padre: AA; madre: aa; descendencia: Aa. Segundo caso nos encontramos ante un caso de herencia recesiva. Padre: Aa; madre: Aa; descendencia: Sanos: (AA y Aa) y enfermos: (aa). Tercer caso, herencia ligada al sexo. Padre: X^h Y; madre: X^h X^H; descendencia: X^h X^H , X^h Y y X^H Y.

17. Los grupos sanguíneos en la especie humana están determinados por tres genes alelos: I^A, que determina el grupo A, I^B, que determina el grupo B e i, que determina el grupo O. Los genes I^A e I^B son codominantes y ambos son dominantes respecto al gen i que es recesivo. ¿Cómo podrán ser los hijos de un hombre de grupo O y de una mujer de grupo AB? Haz un esquema de cruzamiento bien hecho.

	Genotipo
Hombre: grupo O	ii
Mujer: grupo AB	I^AI^B

Posibles genotipos:

	I^A	I^B
i	I^Ai	I^Bi
i	I^Ai	I^Bi

18. Ciertos caracteres como la hemofilia están asociados a un gen recesivo asociado al cromosoma X. ¿Cómo podrán ser los descendientes de un hombre normal X^HY y una mujer portadora X^HX^h? Haz un esquema del cruzamiento.

	X^H	Y
X^H	X^HX^H	X^HY
X^h	X^hX^H	X^hY

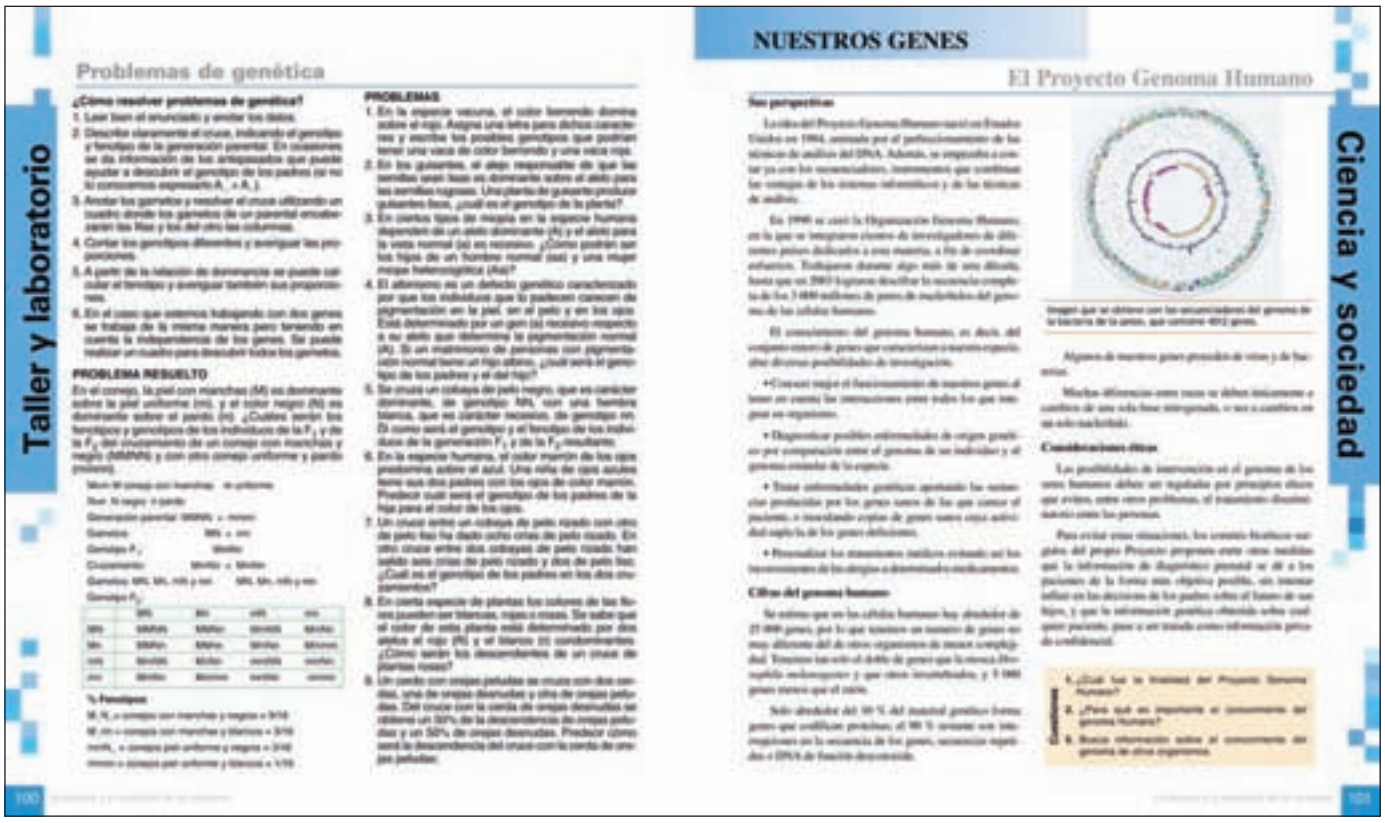
La mitad de las mujeres descendientes serán portadoras (X^h X^H) mientras que la otra mitad serán normales (X^H X^H). En cuanto a los hombres descendientes la mitad serán hemofílicos (X^h Y) mientras que la otra serán sanos (X^H Y).

19. En el siguiente árbol genealógico se indica la transmisión en una familia de una anomalía hereditaria denominada braquidactilia, caracterizada por presentar los dedos anormalmente cortos. Estudia el árbol genealógico e indica si te parece que:

Se trata de un gen normal (situado en los cromosomas no sexuales), y en ese caso, si es dominante o recesivo respecto de su alelo para los dedos normalmente largos.

Se trata de un gen ligado al sexo, es decir, presente en el cromosoma X y recesivo respecto a su alelo para los dedos normalmente largos.

Es una actividad para comprender la forma de transmisión de los caracteres mediante árboles genealógicos sencillos. Se trata de un gen normal recesivo.



DESCRIPTORES TALLER Y LABORATORIO / CIENCIA Y SOCIEDAD

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	TALLER Y LABORATORIO	CIENCIA Y SOCIEDAD
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.4. Comprender, componer y utilizar distintos tipos de textos con intenciones comunicativas o creativas diversas.		TEXTO /A.1
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible.	Problemas de genética	
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.		A.1, A.2
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.		
IV. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y COMPETENCIA DIGITAL	IV.3. Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación extrayendo su máximo rendimiento a partir de la comprensión de la naturaleza y modo de operar de los sistemas tecnológicos.		A.3
VII. APRENDER A APRENDER	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de decisiones racional y críticamente.		Texto y actividades

SOLUCIONARIO

Taller y laboratorio

1. En la especie vacuna, el color berrendo domina sobre el rojo. Asigna una letra para dichos caracteres y escribe los posibles genotipos que podrían tener una vaca de color berrendo y una vaca roja.

B>b B color berrendo b rojo

Posibles genotipos:

Vaca color berrendo	BB, Bb
Vaca color rojo	Bb

2. En los guisantes, el alelo responsable de que las semillas sean lisas es dominante sobre el alelo para las semillas rugosas. Una planta de guisante produce guisantes lisos.¿cuál es el genotipo de la planta?

L>l L semillas lisas l semillas rugosas

El fenotipo de la planta es "guisantes lisos", el genotipo de la planta puede ser LL o Ll. Tendríamos que hacer un retrocruzamiento o cruzamiento prueba para averiguarlo.

3. En ciertos tipos de miopía en la especie humana dependen de un alelo dominante (A) y el alelo para la vista normal (a) es recesivo. ¿Cómo podrán ser los hijos de un hombre normal (aa) y una mujer miope heterocigótica (Aa)?

A>a A miopía a normal

Generación parenteral: aa x Aa

	A	a
A	Aa	aa
A	Aa	aa

La mitad de los descendientes serán miopes heterocigóticos (Aa).

4. El albinismo es un defecto genético caracterizado porque los individuos que lo padecen carecen de pigmentación en la piel, en el pelo y en los ojos. Está determinado por un gen (a) recesivo respecto a su alelo que determina la pigmentación normal (A). Si un matrimonio de personas con pigmentación normal tiene un hijo albino, ¿cuál será el genotipo de los padres y el del hijo?

Padre y madre: Aa. Hijo: aa

5. Se cruza un cobaya de pelo negro, que es carácter dominante, de genotipo NN, con una hembra blanca, que es carácter recesivo, de genotipo nn. Di como será el genotipo y el fenotipo de los individuos de la generación F_1 y de la F_2 resultante.

N>n N cobaya pelo negro n cobaya pelo blanco

Generación parental: NN x nn

Gametos: N x n

Genotipo F_1: Nn

Fenotipo F_1: cobayas negros heterocigóticos

Cruzamiento: Nn x Nn

Gametos: N y n N y n

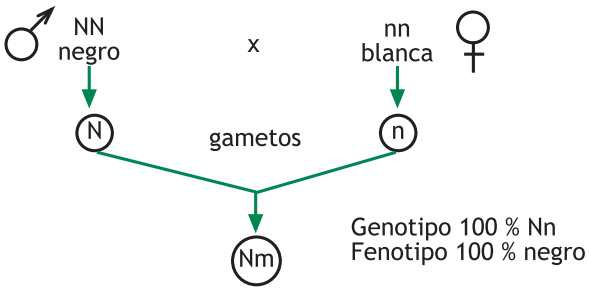
Genotipo F_2:

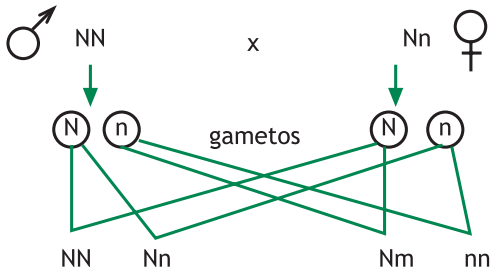
	N	n
N	NN	Nn
n	Nn	nn

Fenotipo F_2:

Cobayas negros: NN, Nn

Cobayas blancos: nn





Genotipos 25 % NN, 50 % Nn, 25 % nn
Fenotipo 75 % Negro y 25 % Blanco

6. En la especie humana, el color marrón de los ojos predomina sobre el azul. Una niña de ojos azules tiene sus dos padres con los ojos de color marrón. Predecir cuál será el genotipo de los padres de la hija para el color de los ojos.

M>m M color ojos marrón m color ojos azul

Hija: mm

Padres: Mm x Mm

7. Un cruce entre un cobaya de pelo rizado con otro de pelo liso ha dado ocho crías de pelo rizado. En otro cruce entre dos cobayas de pelo rizado han salido seis crías de pelo rizado y dos de pelo liso. ¿Cuál es el genotipo de los padres en los dos cruzamientos?

En este caso no conocemos la relación de dominancia que existe. La clave se encuentra en el primer cruce donde al cruzar cobayas de pelo rizado con liso nos da todas las crias con pelo rizado. Esto podria ser asi:

A>a A pelo rizado a pelo liso

Primer cruce:

Generación parental: AA (pelo rizado) x aa (pelo liso)

Gametos: A, a

Generación F_1: Aa (pelo rizado)

Segundo cruce:

Generación parental: Aa (pelo rizado) x Aa (pelo rizado)

Gametos: A, a y A, a.

Fenotipo: pelo rizado (AA, Aa) y pelo liso (aa)

	A	a
A	AA	Aa
A	Aa	aa

%: 3:1 = 75 %: 25 %

8. En cierta especie de plantas los colores de las flores pueden ser blancas, rojas o rosas. Se sabe que el color de esta planta esta determinado por dos alelos el rojo (R) y el blanco (r) codominantes. ¿Cómo serán los descendientes de un cruce de plantas rosas?

Estamos ante un caso de herencia intermedia.

R = r R: rojo r:blanco

RR rojo Rr rosa rr blanco

Generación parental: Rr x Rr

Gametos: R, r y R, r

Fenotipo:

	R	r
R	RR	Aa
A	Aa	aa

Flores rojas: RR (25%)

Flores rosas: Rr (50%)

Flores blancas: rr (25%)

9. Un cerdo con orejas peludas se cruza con dos cerdas, una de orejas desnudas y otra de orejas peludas. Del cruce con la cerda de orejas desnudas se obtiene un 50% de la descendencia de orejas peludas y un 50% de orejas desnudas. Predecir cómo será la descendencia del cruce con la cerda de orejas peludas.

La primera pista que nos dan nos informa que del genotipo del cerdo que ha de ser Aa y que estamos hablando de que las orejas peludas se deben a una herencia dominante donde AA: peludas, Aa: peludas y aa: desnudas.

1er cruce: Aa x aa descendencia: 50% Aa 50% aa

2º cruce:

a) Aa x cerda orejas peludas AA

descendencia: genotipo 50% AA y 50% Aa

enotipo: todos con orejas peludas

b) Aa x cerda orejas peludas Aa

descendencia: genotipo: 75% Aa y 25% AA

fenotipo: todos con orejas peludas.

Ciencia y sociedad

1. ¿Cuál fue la finalidad del Proyecto Genoma Humano?

Es un proyecto de colaboración internacional que se ha encargado de reproducir la secuencia de referencia del genoma humano .

2. ¿Para qué es importante el conocimiento del genoma Humano?

Para conocer mejor el funcionamiento de nuestros genes, diagnosticar posibles enfermedades de origen genético, tratar enfermedades genéticas aportando sustancias producidas por los genes sanos o inoculando copias de genes sanos, personalizar tratamientos médicos evitando así los inconvenientes de las alergias a determinados medicamentos...

3. Busca información sobre el conocimiento del genoma de otros organismos.

Es una actividad de elaboración personal.

▶ Modelo de examen para la evaluación de competencias

NOMBRE: _____ CURSO: _____ FECHA: _____

1. a) Indica las características de los gametos y las diferencias principales entre los gametos masculinos y los femeninos.

   b) Explica qué representa esta ilustración y coloca estas palabras en su lugar correspondiente: fecundación, espermatozoide, embrión, óvulo, cigoto, células haploides, células diploides.



2. a) ¿Por qué es necesaria la meiosis en la reproducción sexual?

   b) Explica las diferencias entre la mitosis y la meiosis.

3. Define los siguientes conceptos: carácter, gen, alelo, homocigótico, heterocigótico, alelo recesivo, genotipo y fenotipo.

4. En los casos de herencia dominante, ¿cómo se puede averiguar si los individuos portadores del carácter dominante son homocigóticos (puros) o heterocigóticos (híbridos)?

5. Un cruce entre un cobaya de pelo rizado con otro de pelo liso ha dado ocho crías de pelo rizado. En otro cruce entre dos cobayas de pelo rizado han salido seis crías de pelo rizado y dos de pelo liso. ¿Cuál es el genotipo de los padres en los dos cruzamientos?

6. Los grupos sanguíneos en la especie humana están determinados por tres genes alelos: IA, que determina el grupo A, IB, que determina el grupo B e i, que determina el grupo O. Los genes IA e IB son codominantes y ambos son dominantes respecto al gen i que es recesivo. ¿Cómo podrán ser los hijos de un hombre de grupo O y de una mujer de grupo AB? Haz un esquema de cruzamiento bien hecho.

7. Ciertos caracteres como la hemofilia están asociados a un gen recesivo asociado al cromosoma X. ¿Cómo podrán ser los descendientes de un hombre normal XHY y una mujer portadora XHXh? Haz un esquema del cruzamiento.

8. a) Concepto de mutación. Tipos de mutaciones.

   b) Si una mutación se produce en una célula somática. ¿Se transmitirá a la descendencia?

9. a) ¿En qué consiste la ingeniería genética? ¿Qué es un organismo transgénico?

   b) Cita las principales aplicaciones de la Biotecnología moderna.

10. a) Señala las semejanzas y diferencias entre la clonación reproductiva y la clonación terapéutica.

    b) ¿En qué tipos de investigaciones puede ser importante trabajar con animales clónicos? ¿Y con embriones humanos clónicos?

Tabla de aplicación para el examen • 4º ESO • Tema 4

NOMBRE: _____ CURSO: _____ FECHA: _____

COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA					
Indicadores de desempeño	Calificación				
	1	2	3	4	5
Define y utiliza correctamente los conceptos básicos de la herencia biológica.					
Expresa correctamente la necesidad de la meiosis en la reproducción sexual.					
Describe en qué tipos de investigaciones es importante trabajar con animales clónicos y con embriones clónicos humanos.					

COMPETENCIA MATEMÁTICA					
Indicadores de desempeño	Calificación				
	1	2	3	4	5
Resuelve los problemas de genética.					

COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO					
Indicadores de desempeño	Calificación				
	1	2	3	4	5
Diferencia y caracteriza los gametos masculinos y femeninos.					
Diferencia y caracteriza los dos tipos de reproducción celular: mitosis y meiosis.					
Explica los distintos tipos de mutaciones.					
Identifica qué tipos de mutaciones se transmiten a la descendencia.					
Explica en qué consiste la ingeniería genética.					
Establece las semejanzas y diferencias entre la clonación reproductiva y la clonación terapéutica.					
Conoce las aplicaciones de la Biotecnología moderna.					

COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA					
Indicadores de desempeño	Calificación				
	1	2	3	4	5
Reconoce e interpreta un esquema representativo de la fecundación.					

COMPETENCIA ARENDER A APRENDER					
Indicadores de desempeño	Calificación				
	1	2	3	4	5
Desarrolla espíritu crítico ante determinadas investigaciones.					

1. No alcanza el mínimo en el desempeño de la capacidad
2. Cumple con el mínimo requerido
3. Se encuentra en la media del resto de sus compañeros
4. Supera la media
5. Presenta un nivel máximo de cumplimiento del desempeño

Bibliografía

LIBROS:

BENJAMIN A. PIERCE, (2009). *Genética: un enfoque conceptual.* PANAMERICANA

C. PIERCE (2011). *Fundamentos de genética.* PANAMERICANA

CARLOS MARIA ROMEO CASABONA (2011). *Nuevos horizontes de la investigación genética.* COMARES

JAMES EVANS (2011). *Lo esencial en célula y genética.* ELSEVIER ESPAÑA, S.A.

MARK HENDERSON, (2010). 50 *cosas que hay que saber sobre Genética*. ARIEL

ROBERT SNEDDEN (2009). *ADN e ingeniería genética (células y vida)* EDILAR

ROBERT SNEDDEN (2009). *División celular y Genética (Células y vida)* EDILAR

RESUMEN

La teoría evolutiva sigue siendo la referencia fundamental en Biología de acuerdo con el aforismo de Dobzhansky: "*Nada en la Biología tiene sentido sino a la luz de la Evolución*". El desarrollo de la teoría evolutiva desde la Antigüedad hasta los tiempos actuales es también la historia de la concepción del fenómeno vital y, en consecuencia, la historia de las ideas sobre el ser humano y su papel en la naturaleza. Hay razones, por tanto, para plantear el tema como un recorrido histórico desde las teorías fijistas y creacionistas hasta la teoría evolutiva actual, neodarwinista, no uniforme, heredera en todo caso de las ideas de Darwin, rica en matices, proporciona la ocasión de realizar múltiples aprendizajes. En el ámbito científico, en la actualidad, no hay duda de que las especies vivientes son el resultado de un proceso evolutivo, pero queda mucho por investigar para conocer todos los detalles.



CONTENIDOS

CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	ACTITUDES
1. Primeras ideas sobre la vida. 2. Teorías evolutivas 3. Pruebas de la evolución 4. Las teorías actuales de la evolución 5. Del origen de la vida a la biodiversidad actual 6. La evolución humana.	1. Emisión de hipótesis sobre la biodiversidad en la Tierra. 2. Identificación de las diferencias principales entre las distintas teorías preevolutivas y evolutivas. 3. Ejercicio de clasificación de objetos y seres vivos. 4. Análisis del proceso de fosilización. 5. Datación de estratos a partir de ilustraciones. 6. Estudio de una secuencia de fósiles a lo largo del tiempo. 7. Análisis de la teoría de Darwin y sus diferencias con respecto a las teorías actuales basadas en el darwinismo. 8. Determinación de las relaciones entre evolución, adaptación y medio ambiente. 9. Identificación de algunas de las principales pruebas de la evolución. 10. Reconocimiento del carácter filogenético de las modernas clasificaciones de los seres vivos. 11. Análisis de un texto sobre los yacimientos de la sierra de Atapuerca.	1. Adquirir curiosidad por entender qué es la vida y cómo se desarrolla. 2. Reconocer la labor de estudio e investigación de quienes nos han precedido. 3. Reflexionar acerca de la magnitud del cambio de perspectiva sobre la Naturaleza implícito en la Teoría de la Evolución con respecto a la visión anterior. 4. Reconocer que todos los seres vivos del planeta, seres humanos incluidos, compartimos los mismos procesos vitales y formamos parte de la misma vida. 5. Reflexionar sobre las conexiones entre el ambiente social y las teorías científicas. 6. Apreciar la importancia de la adaptación y de la multitud de detalles necesarios para llevar a cabo la gran diversidad de actividades propias de la vida. 7. Valorar de la pulcritud y corrección en la realización de las tareas. 8. Respetar y facilitar el ambiente de trabajo y aprendizaje en el aula. 9. Valorar la necesidad de información previa al establecimiento de la opinión. 10. Valorar las opiniones y el trabajo de los demás. 11. Interés por la integración de todas las personas en la sociedad y respeto por las diferencias individuales.



Somos vida en un mundo lleno de vida. Los seres humanos, desde nuestra aparición sobre la Tierra, nos hemos preguntado por el mundo que nos rodea. Siempre hemos mantenido una curiosidad inagotable hacia los seres vivos. Hemos querido saber quiénes y cuántos eran, de dónde procedían, nos hemos asombrado ante sus habilidades, hemos perseguido a algunos hasta extinguirlos y hemos favorecido a otros. Por encima de todo, hemos querido conocer nuestro origen y cuál es nuestro lugar en la Naturaleza.

1 PRIMERAS IDEAS SOBRE LA VIDA
2 TEORÍAS EVOLUTIVAS
3 PRUEBAS DE EVOLUCIÓN
4 LAS TEORÍAS ACTUALES DE LA EVOLUCIÓN
5 DEL ORIGEN DE LA VIDA A LA BIODIVERSIDAD ACTUAL
6 LA EVOLUCIÓN HUMANA
► RESUMEN
► ACTIVIDADES
► TALLER Y LABORATORIO
Cepaea nemoralis, dónde con rayas y dónde sin rayas.
A la caza de la alubia
► CIENCIA Y SOCIEDAD
Extinciones masivas de especies

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Conocer sucintamente la historia de las ideas sobre la diversidad de la vida y sus orígenes.
- Relacionar las ideas históricas sobre la biodiversidad y el origen de las especies con su época y ambiente social.
- Identificar las semejanzas y diferencias entre las teorías evolutivas históricas de Lamarck y Darwin.
- Exponer razonadamente algunos datos sobre los que se apoya la teoría de la evolución.
- Conocer las principales controversias científicas, sociales y religiosas que suscitó esta teoría.
- Conocer los principales postulados del neodarwinismo como teoría evolutiva más aceptada en la actualidad.
- Distinguir entre la evolución como característica de la Naturaleza y los debates sobre los mecanismos que la producen.
- Explicar las causas de la variabilidad genética de cada especie y su relación con la selección natural.
- Explicar la formación de nuevas especies y la biodiversidad resultante según las aportaciones de la teoría neodarwinista.
- Destacar algunas adaptaciones importantes de organismos bien conocidos con los mecanismos de selección natural.
- Razonar sobre las causas de la adaptación de los seres vivos a su medio ambiente natural.
- Relacionar la evolución con la distribución de los seres vivos.
- Reflexionar sobre los mecanismos que originaron la vida en la Tierra.
- Discutir la importancia del experimento de Miller en relación con el origen de la vida.
- Valorar el papel de la Humanidad en la extinción actual de especies.
- Reconocer la relación existente entre la taxonomía y la filogenia a la luz de la evolución.
- Señalar las relaciones entre *Homo habilis*, *Homo erectus*, *Homo sapiens* y *Homo neandhertalensis*.
- Describir esquemáticamente el proceso que dio lugar a la aparición de la especia humana.

RESUMEN

Este primer apartado da cuenta de algunas de las más relevantes ideas aparecidas a lo largo de la historia en relación con el entorno cultural de cada época. Se advierte una evolución de las ideas a lo largo del tiempo.



1 Primeras ideas sobre la vida

Las primeras ideas científicas sobre el origen de los seres vivos aparecieron en la antigua Grecia.

Para **Anaximandro**, en torno al año 500 a. C., las criaturas surgieron del agua. Los seres humanos habrían surgido de los peces, fueron arrojados a la costa y ocuparon la tierra.

Empédocles, en el 400 a.c., pensó que en los tiempos primitivos brotaron de la tierra fragmentos corporales, como ojos, cabezas, brazos,... que se combinaron entre sí. Muchas de esas combinaciones produjeron monstruos que perecieron, pero algunas dieron lugar a seres capaces de sobrevivir.

Aristóteles, 300 años a.C., afirmó que los organismos están agrupados en especies inmutables, dispuestos en una "escala de la naturaleza", desde las formas más imperfectas hasta las de mayor perfección. Su visión de la Naturaleza perduró casi 2000 años.

Fig. 1.1 Aristóteles.

Fig. 1.2 El paraíso terrenal, Brueghel el viejo.

Vocabulario

Especie: Una especie biológica es un conjunto de seres vivos que dan descendientes fértiles cuando se cruzan entre sí y está aislado reproductivamente del resto de los seres vivos.

Población: Los individuos que forman una especie están distribuidos en grupos o poblaciones que habitan en distintas localidades. Una población es un grupo de individuos de la misma especie que habita en un determinado lugar.

CREACIONISMO

El Creacionismo fue, hasta pasada la mitad del siglo XIX, la teoría más aceptada sobre el origen de las especies. **Afirma que todos los organismos han sido creados directamente por Dios.**

De acuerdo con el creacionismo, **cada especie es producto de un acto especial de creación divina** y es perfecta para vivir en su ambiente, **lo que se** asocia a la idea de que las especies son inmutables.

En determinados sectores de U.S.A y otros países, una variante moderna de esta teoría está experimentando un resurgimiento

FIJISMO

El creacionismo es una doctrina fijista. El Fijismo afirma que las especies existentes en la Tierra son inmutables a lo largo del tiempo.

La visión aristotélica, fijista, parecía coincidir con el sentido común. En el siglo XVII, Ray, naturalista inglés, había declarado que "nunca nace una especie de la semilla de otra especie". De los escorpiones nacen escorpiones y de las ranas nacen ranas. Nuestra experiencia personal tiende a confirmar que las especies son invariables. A lo largo de nuestra vida no se ve diferencia entre las distintas generaciones de perros, gatos, ovejas, etc. A primera vista, las especies no parecen cambiar.

Lo que ahora parece un error evidente fue por entonces un importante avance. Todavía en el siglo XVIII, había naturalistas que sostenían que una capa de moho podía transformarse en animal. El Fijismo se impuso durante más de un siglo y contribuyó a eliminar cientos de relatos fantasiosos de los textos científicos.

104

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Entiende y utiliza con propiedad el vocabulario asociado a las distintas teorías históricas sobre la vida	Texto A.
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Entiende el texto y es capaz de responder cuestiones interpretativas a partir de la información disponible.	Texto A, B, C.
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.1. Entender la dimensión cultural de la ciencia como una parte del conjunto del patrimonio cultural de la Humanidad.	Reconoce la importancia del ambiente cultural y social de la época en que la doctrina fijista era dominante.	Texto B.



NUEVOS HALLAZGOS, NUEVAS PREGUNTAS

A principios del siglo, Linneo, el gran clasificador, que era fijista, había situado a la especie humana en el grupo de los primates, con los monos, dadas sus notables semejanzas. Con ello se aceptaba que la especie humana era una especie animal más y no estaba por encima de los seres vivos.

Se había acabado por reconocer que **los fósiles eran restos de seres vivos.** Muchos de ellos eran muy diferentes de los organismos actuales.

Había grandes cantidades de **fósiles de animales marinos en tierra firme.** ¿Cómo habían llegado hasta allí? Al parecer, en el pasado, aquellas tierras habían estado bajo el mar.

En las minas de carbón solían aparecer rocas con huellas de hojas de extrañas plantas, distintas de las plantas actuales. La conclusión se hacía inevitable: las **plantas del pasado eran distintas de las del presente.**

Por otro lado, los progresos en anatomía comparada habían puesto de manifiesto que **la semejanza entre muchos organismos,** como los mamíferos, incluida la especie humana, **no era accidental.** Los músculos y huesos de humanos y de otros vertebrados eran tan semejantes que se les podía dar los mismos nombres.

El registro fósil es incompleto

El registro paleontológico es un testimonio incompleto de la vida en el pasado. Se calcula que solo una de cada cien especies que han existido ha dejado restos fósiles.

No siempre se encuentra secuencias completas de la transformación de las especies y es difícil encontrar fósiles intermedios, aunque se ha encontrado cientos de ellos. Cuvier no tuvo ocasión de verlos.

CUVIER Y EL CATASTROFISMO

Creacionista convencido, Cuvier estudia los fósiles de yacimientos cercanos a París y concluye que las faunas del pasado son distintas de las de la época actual. Sin embargo, al comparar faunas y floras fósiles de diferentes capas geológicas **no encuentra ninguna forma de transición** que demuestre la transformación de las especies.

¿Cómo explicar la sustitución de las faunas y floras? Cuvier aduce que las agrupaciones diferentes de fósiles entre estrato y estrato, representan las huellas de catástrofes que han afectado súbitamente al globo en varias ocasiones. Luego llegaron nuevas especies por migración desde otras regiones. El **catastrofismo** de Cuvier era compatible con el creacionismo y con el diluvio universal.

Posteriormente, sus discípulos postularon sucesivas creaciones tras cada cataclismo para explicar las sustituciones de organismos a lo largo del registro fósil. D'Orbigny es conocido porque postuló veintiséis cataclismos y creaciones posteriores.

Cuvier fue el último gran fijista. En contra de sus ideas, a lo largo del siglo XVIII fue ganando terreno una visión de la vida que cuestionaba el fijismo.

Fig. 1.3 Fósil intermedio con características de anfibio y reptil que Cuvier no conoció.

Fig. 1.4 Fotografía de estrato lleno de conchas en tierra firme.

Actividades

A ¿Es lo mismo el Creacionismo que el Fijismo? Razónalo.
B ¿El Fijismo fue válido en cierta época y ahora es erróneo?
C Tras analizar estratos con fósiles, Cuvier, que era un excelente experto, afirmó que las especies no variaban.
a) ¿Por qué? b) ¿Cómo explicó las sustituciones de fauna y flora?

SOLUCIONARIO

Actividades

A. ¿Es lo mismo el Creacionismo que el Fijismo? Razónalo.

El fijismo afirma fundamentalmente que las especies son inmutables a lo largo de los tiempos, mientras que la afirmación fundamental del creacionismo es que los seres vivos han sido creados directamente por Dios. Ambas ideas son distintas, pero suelen ir asociadas.

B. ¿El fijismo fue válido en cierta época y ahora es erróneo?

La afirmación fundamental del fijismo, la inmutabilidad de las especies, ha sido errónea siempre. Otra cosa es que en cierta época pudiera contribuir a la propagación de errores como la creencia de la transformación súbita e indiscriminada de una especie en otra evitando el exceso de credulidad que daba pábulo a ideas tan peregrinas como la citada en el texto de que un moho podía transformarse en animal.

C. Tras analizar estratos con fósiles, Cuvier, que era un excelente experto, afirmó que las especies no variaban,

a. ¿Por qué?

Porque no encontraba formas de transición entre las faunas fósiles de dos estratos consecutivos que mostraban, en cambio, notables diferencias en su composición.

b. ¿Cómo explicó las sustituciones de fauna y flora?

Mediante catástrofes que afectan a regiones concretas y llegada de organismos procedentes de regiones vecinas.

RESUMEN

La primera teoría evolutiva completa, moderna, digna de tal nombre, es la teoría de Lamarck, que se describe sucintamente en la primera parte de este capítulo. La segunda gran teoría, propuesta por Darwin, es la predecesora de las teorías actuales sobre evolución y es descrita, también brevemente, en la segunda parte del Tema.



2 Teorías evolutivas

LA TEORÍA EVOLUTIVA DE LAMARCK

Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, caballero de Lamarck, era zoólogo y botánico. Fue el naturalista moderno que descartó el fijismo y propuso la primera teoría evolucionista auténtica.

Lamarck proponía una interpretación novedosa del registro fósil. En vez de explicar las variaciones de flora y fauna del pasado mediante catástrofes, **propuso que los seres vivos habían evolucionado a lo largo del tiempo.**

Para Lamarck, la naturaleza dispone de dos recursos fundamentales para la evolución: mucho tiempo y ambientes diversos. Bajo la influencia del clima, la diversidad de hábitats, etc., los seres vivos se transforman progresivamente.

La teoría evolutiva de Lamarck se basa en:

- **La función crea el órgano:** el uso o desuso de los órganos hacia surgir variaciones en los seres vivos.

  Ejemplo: hacer ejercicio desarrolla la musculatura.

- **Herencia de los caracteres adquiridos:** las variaciones obtenidas mediante el uso o desuso de los órganos son heredables.

  Ejemplo: la descendencia de progenitores que han hecho ejercicio durante toda su vida hereda músculos desarrollados.

- **Tendencia hacia la complejidad:** los seres vivos tienen un impulso interno que les hace perfeccionarse progresivamente.

  Ejemplo: a lo largo de las generaciones los sucesivos descendientes del mismo linaje son progresivamente más complejos y mejores.

La teoría de Lamarck es recordada por la herencia de los caracteres adquiridos. Defendió que las variaciones que surgían por el uso o desuso de los órganos podían heredarse, conduciendo a un perfeccionamiento de la adaptación y, a través de largos periodos de tiempo, daría como resultado la evolución de las especies. Eran ideas perfectamente aceptadas en su época.

En la actualidad **no se acepta ni la herencia de los caracteres adquiridos ni la tendencia interna de los organismos hacia la complejidad y la perfección.**

106

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	A partir de la lectura del texto y las ilustraciones establece comparaciones entre las dos teorías evolutivas descritas.	Texto A.
		Localiza y analiza el texto pertinente para deducir la necesidad de una teoría genética que apoyara la teoría de Darwin.	Texto B.
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	IV.1. Entender la dimensión cultural de la ciencia como una parte del conjunto del patrimonio cultural de la Humanidad.	Reconoce la importancia del ambiente cultural y social de la época en que se originaron ambas teorías.	Texto A, B.

LA TEORÍA EVOLUTIVA DE DARWIN

En su juventud, Charles Darwin tuvo la oportunidad de viajar durante cinco años en un barco de exploración, el Beagle, alrededor del mundo. Darwin no volvió a salir de Inglaterra, pero las observaciones realizadas en el viaje del Beagle fueron el origen de la Teoría de la Evolución, idea que fue desarrollando y perfeccionando lentamente.

Darwin llevaba más de veinte años trabajando en su libro "El origen de las especies" cuando recibió una carta de **Alfred Russell Wallace** desde Malasia en la que exponía ideas semejantes a las suyas. Espoleado por ello, se decidió a publicar un breve resumen de su obra. Ambos trabajos fueron presentados en 1858, ante la Sociedad Linneana de Londres. Al año siguiente publicó "El origen de las especies", donde expuso su teoría con más amplitud. La edición, de 2500 ejemplares, se agotó en un solo día.

La gran aportación de Darwin es el principio de la selección natural, que se puede expresar como sigue:

- Los organismos vivos producen más descendientes que los que el medio puede sustentar.
- Una gran parte ha de ser eliminada y sólo sobreviven los mejor adaptados, es decir, los que aprovechan mejor los recursos del medio ambiente.
- Los supervivientes transmiten sus características a la descendencia, y la acumulación de las pequeñas variaciones determina la transformación a largo plazo de las especies.

Darwin aceptaba otros mecanismos evolutivos aunque para él la selección natural era el más importante. Los cuatro mecanismos evolutivos aceptados por Darwin eran los siguientes:

- **La selección natural.**
- **La selección sexual**, referida a que algunos caracteres son seleccionados si son útiles para conseguir una pareja y dejar descendencia.
- **Las variaciones neutras**, que no producen ventaja ni perjuicio, podían pasar a la descendencia.
- **La herencia de los caracteres adquiridos** propuesta por Lamarck.

Darwin acepta la herencia de los caracteres adquiridos que ya había expresado Lamarck. En este sentido, Darwin no puede ser considerado darwinista en el sentido actual del término. **El darwinismo moderno no acepta la herencia de los caracteres adquiridos.**

El problema más grave al que se enfrentó Darwin para defender su teoría fue la falta de una teoría genética apropiada. Precisamente en la misma época se publicaban los trabajos de Mendel, pero permanecieron ignorados hasta 1900.



Fig. 2.4 Darwin



Fig. 2.5 Alfred Russell Wallace

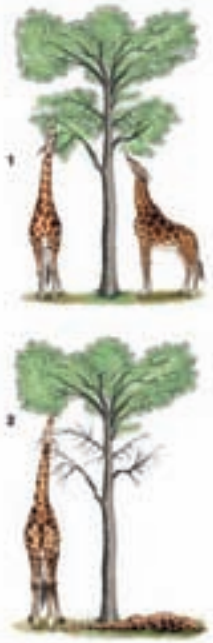


Fig. 2.6 Esquema del funcionamiento de la selección natural. Jirafa

Actividades

A. Indica las diferencias principales entre las teorías de Lamarck y las de Darwin.

B. ¿Por qué necesitaba Darwin una teoría genética?

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Indica las diferencias principales entre las teorías de Lamarck y de Darwin.

Lamarck creía que los organismos tenían un impulso interno que les llevaba hacia la complejidad y la perfección, cosa que no compartía Darwin.

B. ¿Por qué necesitaba Darwin una teoría genética?

Darwin se daba perfecta cuenta de que su teoría de la evolución exigía una explicación sobre cómo se transmiten los caracteres de generación en generación para poder explicar a continuación cómo podrían modificarse a lo largo del tiempo.

RESUMEN

Hay una enorme colección de pruebas que confirman la evolución como una característica de la vida en nuestro planeta. Aquí se presenta una muestra de algunas de ellas. Las actividades proponen una reflexión sobre su significado.



3 Pruebas de la evolución

Actualmente hay una abrumadora colección de pruebas procedentes de distintas ramas de la ciencia que permiten afirmar la realidad de la evolución biológica.

Fig. 3.1 Los fósiles son restos de seres vivos.

Paleontológicas

Los conjuntos de fósiles de cada época muestran la existencia de organismos antiguos, distintos de los que ahora existen, y pone de manifiesto la desaparición y aparición de nuevas especies a lo largo del tiempo.

Muchos seres vivos actuales pueden ser relacionados con fósiles.

Hay fósiles intermedios que muestran características de dos grupos taxonómicos y permiten establecer la relación ellos.

Fig. 3.2 a) Órganos análogos: alas de ave e insecto. b) Órganos homólogos: rana, gato, humano.

De la Anatomía Comparada

Las diferencias anatómicas entre distintos organismos son mayores más lejos se encuentran la clasificación.

En especies próximas, la semejanza entre estructuras anatómicas es tan clara que resulta inevitable pensar que se trata de la misma estructura original modificada. La anatomía comparada distingue entre:

- **Órganos análogos:** son aquellos que se parecen unos a otros debido a que tienen funciones similares. Su estructura y origen evolutivo son a veces muy distintos, como las alas de las aves, que son extremidades modificadas y las alas de los insectos, que son expansiones del exoesqueleto.
- **Órganos homólogos:** son aquellos que tienen un origen y una estructura común. Su forma y función pueden ser actualmente muy distintas. Las alas de las aves, las patas anteriores de los mamíferos, y las aletas de los delfines son órganos homólogos que se han ido modificando por divergencia evolutiva, adaptándose progresivamente a las necesidades del organismo en su ambiente.

Fig. 3.3 Insecto con aspecto de palo.

Citológicas

Todos los seres vivos están formados por células. La célula es la unidad anatómica y funcional de los seres vivos.

Fisiológicas

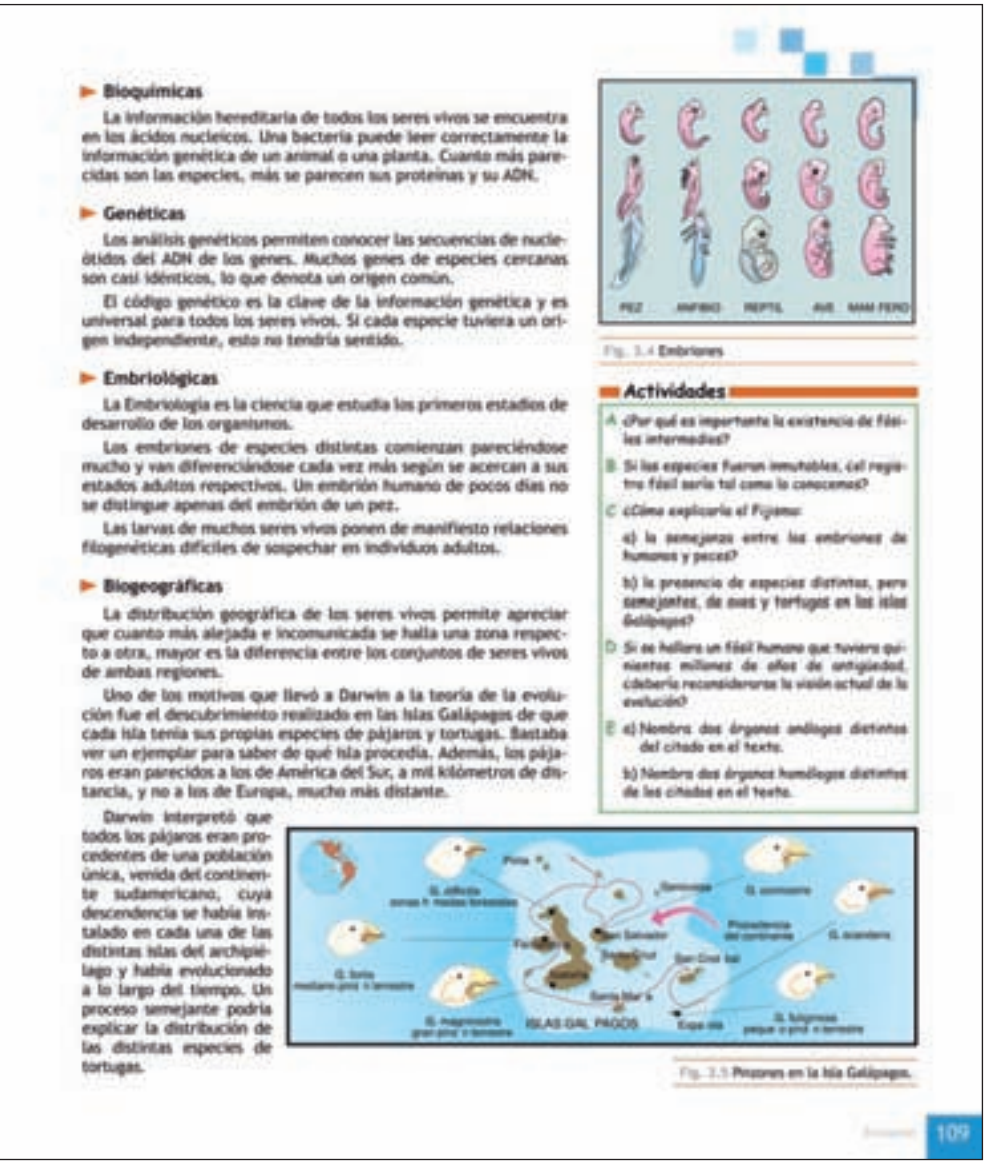
Los procesos de nutrición, reproducción, y relación son muy diversos en los distintos seres vivos. Sin embargo, bajo la enorme diversidad, hay una serie de procesos básicos que se repiten en todos los organismos. Entre ellos están:

- Los procesos de anabolismo y catabolismo.
- Los órganos, sistemas o aparatos realizan funciones semejantes y actúan mediante los mismos principios.

108

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Reconoce y emplea términos técnicos relacionados con la evolución.	Texto A, E.
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Obtiene información relevante del texto y las ilustraciones y la emplea para reflexionar sobre cuestiones relacionadas con la evolución de los seres vivos.	Texto A, E.
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Considera las consecuencias derivadas del hallazgo de fósiles y de las ideas fijista y extrae conclusiones.	Texto. A, B, C, D.



Bioquímicas

La información hereditaria de todos los seres vivos se encuentra en los ácidos nucleicos. Una bacteria puede leer correctamente la información genética de un animal o una planta. Cuanto más parecidas son las especies, más se parecen sus proteínas y su ADN.

Genéticas

Los análisis genéticos permiten conocer las secuencias de nucleótidos del ADN de los genes. Muchos genes de especies cercanas son casi idénticos, lo que denota un origen común.

El código genético es la clave de la información genética y es universal para todos los seres vivos. Si cada especie tuviera un origen independiente, esto no tendría sentido.

Embriológicas

La Embriología es la ciencia que estudia los primeros estadios de desarrollo de los organismos.

Los embriones de especies distintas comienzan pareciéndose mucho y van diferenciándose cada vez más según se acercan a sus estados adultos respectivos. Un embrión humano de pocos días no se distingue apenas del embrión de un pez.

Las larvas de muchos seres vivos ponen de manifiesto relaciones filogenéticas difíciles de sospechar en individuos adultos.

Biogeográficas

La distribución geográfica de los seres vivos permite apreciar que cuanto más alejada e incomunicada se halla una zona respecto a otra, mayor es la diferencia entre los conjuntos de seres vivos de ambas regiones.

Uno de los motivos que llevó a Darwin a la teoría de la evolución fue el descubrimiento realizado en las islas Galápagos de que cada isla tenía sus propias especies de pájaros y tortugas. Bastaba ver un ejemplar para saber de qué isla procedía. Además, los pájaros eran parecidos a los de América del Sur, a mil kilómetros de distancia, y no a los de Europa, mucho más distante.

Darwin interpretó que todos los pájaros eran procedentes de una población única, venida del continente sudamericano, cuya descendencia se había instalado en cada una de las distintas islas del archipiélago y había evolucionado a lo largo del tiempo. Un proceso semejante podría explicar la distribución de las distintas especies de tortugas.

Fig. 3.4 Embriones

Actividades

A ¿Por qué es importante la existencia de fósiles intermedios?

B Si las especies fueran inmutables, ¿el registro fósil sería tal como lo conocemos?

C ¿Cómo explicaría el Fijismo:

a) la semejanza entre los embriones de humanos y peces?

b) la presencia de especies distintas, pero semejantes, de aves y tortugas en las islas Galápagos?

D Si se hallara un fósil humano que tuviera quinientos millones de años de antigüedad, ¿debería reconsiderarse la visión actual de la evolución?

E a) Nombra dos órganos análogos distintos del citado en el texto.

b) Nombra dos órganos homólogos distintos de los citados en el texto.

Fig. 3.5 Pinzones en la isla Galápagos.

109

SOLUCIONARIO

Actividades

A. ¿Por qué es importante la existencia de fósiles intermedios?

Porque constituyen una prueba fehaciente de la transformación de unos grupos de organismos en otros.

B. Si las especies fueran inmutables, ¿el registro fósil sería tal como lo conocemos?

No. Podría hallarse las mismas especies de organismos en estratos de cualquier época.

C. ¿Cómo explicaría el Fijismo:

a. La semejanza entre los embriones de humanos y peces?

Diría que son así desde el principio de los tiempos porque esa era la forma apropiada para cada uno de ellos, según su especie. Su semejanza se entendería como una coincidencia.

b. La presencia de especies distintas, pero semejantes, de aves y tortugas en las islas Galápagos?

Al igual que en el caso anterior, debería aceptar que son así desde el principio de los tiempos y renunciaría a explicar su parecido, considerándolo una coincidencia, un capricho de la Naturaleza.

D. Si se hallara un fósil humano que tuviera quinientos millones de años de antigüedad, ¿debería reconsiderarse la visión actual de la evolución?

Sí. Obligaría a reconsiderar la evolución humana y también la de todos los animales.

E. a. Nombra dos órganos análogos distintos del citado en el texto.

Cabe citar bastantes órganos análogos: ojos de distintos grupos como cefalópodos, mamíferos y artrópodos, aleta dorsal de tiburón y delfín, forma hidrodinámica de cetáceos y peces, etc.

b. Nombra dos órganos homólogos distintos de los citados en el texto.

Cabe citar como órganos homólogos: alas de aves y ardillas voladoras, estómago de rumiantes y estómago humano, pie de plantígrado y pie prensil de chimpancé, pie de pato y garra de felino, etc.

RESUMEN

La teoría neodarwinista, heredera (aunque distinta en buena medida) de la teoría de Darwin como indica su nombre, es ahora la gran teoría de la evolución, aceptada por la comunidad científica. Explica la evolución mediante tres mecanismos fundamentales: creación de diversidad genética, selección natural de entre esa diversidad y aislamiento genético que permita mantener e incrementar las diferencias genéticas entre las poblaciones hasta dar lugar a la especiación. Se destaca la existencia de dos aportaciones realizadas al neodarwinismo, equilibrio puntuado y neutralismo, que explican el plural en el título del Tema, aunque son reconocidas como variaciones y no como teorías alternativas.



4 Las teorías actuales de la evolución

Fíjate

Fig. 4.1

a

b

c

d

la misma operación durante 5 generaciones

?

Imagina unas cuantas parejas de ratones blancos. Antes de que se reproduzcan se les corta la cola. De entre sus descendientes se separan algunos individuos para poder observar la evolución de su cola durante el crecimiento. El resto de los descendientes sufren la misma operación que sus progenitores (se les corta la cola recién nacidos). Cuando crecen se permite la reproducción entre los ratones sin cola y se procede de la misma manera con su descendencia. Así durante cinco generaciones. ¿Qué crees que irá pasando con la cola de los ratones generación a generación? ¿Por qué?

La evolución biológica consiste en el cambio de las características heredables de los individuos de una población, a causa de su interacción con el medio ambiente. Los cambios heredables son las **mutaciones**.

La evolución es un hecho plenamente aceptado por parte de la comunidad científica que no ofrece dudas. Sin embargo, existe un debate constante sobre el modo exacto en que ha tenido lugar.

A principios del siglo XX, el científico alemán Weismann estableció la distinción entre células somáticas o **soma**, que no intervienen en la reproducción del organismo, y células germinales o **germen**, las células reproductoras que pasan de una generación a la siguiente.

Las células somáticas son las células de todo el cuerpo excepto los óvulos y espermatozoides. Las células somáticas no tienen ninguna intervención en la transmisión de caracteres a la descendencia. Por ello, no es posible la herencia de caracteres adquiridos postulada por Lamarck. Los cambios en el soma no se transmiten de una generación a la siguiente.

LA TEORÍA NEODARWINISTA

La Teoría Sintética de la Evolución, o **Neodarwinismo**, establecida hacia 1930, reunió e integró conocimientos procedentes de campos como la Genética, la Paleontología, la Paleogeografía, la Ecología, la Anatomía Comparada y otros. En adelante fue incorporando nuevas aportaciones derivadas de distintas áreas científicas.

Recibe el nombre de teoría neodarwinista porque reconoce su fundamento en los trabajos de Darwin sobre la selección natural. Explica la evolución a partir de tres ideas fundamentales:

- **Diversidad genética.**
- **Selección natural.**
- **Aislamiento genético.**

Creación de la diversidad genética

La diversidad genética se debe a dos causas principales:

- **Mutación:** En las poblaciones se producen constantemente mutaciones, casi todas nocivas. Los individuos que llevan estas mutaciones dejarán menos descendientes y la mutación acabará por desaparecer. Pero hay mutaciones favorables cuyos portadores dejarán más descendientes con la mutación favorable.
- **Reproducción sexual:** El sexo es un mecanismo de intercambio de material genético. Como resultado de la reproducción sexual aparecen individuos únicos con combinaciones genéticas nuevas, derivadas de los genomas paterno y materno.

110

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Reconoce y emplea términos técnicos para explicar los procesos evolutivos.	Texto. A, B, C. pág. 111. A, B. pág. 113.
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Lee ilustraciones esquemáticas y extrae y redacta su interpretación.	Fíjate fig. 4.1. Fíjate fig. 4.7.
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Emite hipótesis razonables a partir de preguntas relacionadas con la interpretación actual del proceso evolutivo.	A, B, C. pág. 111. A, B. pág. 113.
VII. APRENDER A APRENDER	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de decisiones racional y críticamente.	Proporciona respuestas razonadas y creativas basándose en la información del texto.	A, B. pág. 111. A. pág. 113.



Selección natural

La selección natural decide el éxito de los organismos mejor adaptados en un ecosistema. Se puede medir este éxito mediante la eficacia biológica. Un genotipo tiene mayor eficacia biológica cuanto mayor es la **diferencia entre el número de sus descendientes y el de los genotipos alternativos.**

La selección natural produce adaptación

Adaptación es el proceso de ajuste de un organismo a su ambiente. Es un producto de la selección natural en el ecosistema.

La adaptación se debe a la interacción permanente entre la población y su entorno. No termina nunca, ya que los ecosistemas son variables y los seres vivos cambian de lugar.

La selección favorece la supervivencia de los individuos que tienen características útiles, eliminando al resto. Solo los supervivientes pueden transmitir sus características útiles a sus descendientes. Tras cierto número de generaciones, toda la descendencia estará adaptada al medio ambiente.

Fig. 4.2 Las poblaciones están formadas por individuos diversos.

Fig. 4.3 Biston betularia es una mariposa que produce individuos grises e individuos negros. Ambos viven sobre el tronco de los abedules.

Fig. 4.5 Semillas adaptadas a la dispersión por el viento

Fig. 4.4 Un caso de adaptación a la vida acuática: el ditisco

Actividades

A ¿Qué ocurriría con la evolución si no hubiera mutaciones?

B ¿Y si no hubiera selección natural?

C ¿Qué relación existe entre la selección natural y la adaptación?

111

SOLUCIONARIO

Fíjate

Imagina unas cuantas parejas de ratones blancos. Antes de que se reproduzcan se les corta la cola. De entres sus descendientes se separan algunos individuos para poder observar la evolución de su cola durante el crecimiento. El resto de los descendientes sufre la misma operación que sus progenitores (se les corta la cola recién nacidos). Cuando crecen se permite la reproducción entre los ratones sin cola y se procede de la misma manera con su descendencia. Así durante cinco generaciones. ¿Qué crees que irá pasando con la cola de los ratones generación a generación? ¿Por qué?

Los ratones seguirán naciendo con cola, igual que al inicio del experimento. Porque los caracteres adquiridos no se heredan.

Eso fue lo que ocurrió realmente en el experimento de Weissmann, que fue importante para descartar la herencia de los caracteres adquiridos.

Actividades

A. ¿Qué ocurriría con la evolución si no hubiera mutaciones?

Se perdería la principal fuente de diversidad genética. La diversidad genética quedaría prácticamente reducida a errores relacionados con la reproducción celular, la formación de gametos y la fecundación. La selección actúa sobre la diversidad genética para producir evolución a lo largo del tiempo. Ante una drástica reducción de la diversidad genética, el proceso evolutivo sería mucho más lento, produciría menor diversidad biológica y los organismos tendrían un grado menor de adaptación al medio ambiente.

B. ¿Y si no hubiera selección natural?

La situación no es imaginable. Si no existiera selección natural (que en este contexto cabe entender como muerte selectiva) todos los organismos sobrevivirían y dejarían descendientes, su diversidad y su número aumentarían desaforadamente, el grado de adaptación de los organismos al medio disminuiría de forma drástica y el mundo estaría superpoblado de organismos que formarían un continuo en que no sería posible siquiera distinguir especies.

C. ¿Qué relación existe entre la selección natural y la adaptación?

La selección natural mejora la adaptación de las comunidades biológicas eliminando los organismos peor adaptados al medio ambiente.



Aislamiento genético y origen de las nuevas especies.

El aislamiento de una población puede comenzar con una **separación geográfica** de un grupo de individuos respecto a la población principal. El ejemplo más típico es la colonización de nuevas islas por una especie.

En el transcurso del tiempo, por **mutación y selección natural**, aumentan las diferencias genéticas entre las poblaciones de cada lugar.

Finalmente, cuando se reúnen poblaciones de distintas procedencias, los individuos de cada población son incapaces de obtener descendencia con parejas de distinta procedencia. Se ha producido el **aislamiento genético**. Cada una de las poblaciones de la antigua especie original es ahora una nueva especie.

Fig. 4.6 Koala. El aislamiento de Australia dio lugar a una fauna muy distinta de la del resto del mundo.

Fíjate

Fig. 4.7 Explica la historia evolutiva representada en la figura.

112

SOLUCIONARIO

Fíjate

Explica la historia evolutiva representada en la figura.

Una población de cabras habita un islote.

Parte de la población migra al islote contiguo a través de un puente de tierra.

El puente de tierra desaparece y las dos poblaciones quedan aisladas reproductivamente. Las cabras de cada islote solo intercambian sus genes con las de ese islote.

Al cabo de poco tiempo los cruzamientos entre individuos de ambas poblaciones producen descendientes fértiles. Las cabras de ambos islotes siguen perteneciendo a la misma especie.

Cuando ha transcurrido mucho tiempo, miles de años, los cruzamientos entre individuos de ambas poblaciones ya no producen descendientes. Las cabras de los dos islotes se han separado tanto genéticamente que han llegado a ser especies distintas.



VARIACIONES MÁS NOTABLES DEL NEODARWINISMO

La teoría neodarwinista es aceptada por la comunidad científica como la mejor explicación del proceso evolutivo. Pero desde su formulación ha habido algunas variaciones significativas:

- **Gradualismo**: es el neodarwinismo clásico. El gradualismo asume que las variaciones evolutivas se producen muy lentamente, a un ritmo aproximadamente constante, como había propuesto Darwin.
- La teoría del **equilibrio puntuado** fue propuesta por los paleontólogos Eldredge y Gould. Según ellos, la evolución no es un proceso gradual constante, sino que las especies alternan largas épocas de estabilidad o periodos de **estasis**, sin cambios, con épocas breves en que cambian con rapidez. Lógicamente, las breves épocas de cambio dejan menos restos fósiles que las largas épocas de estabilidad, lo que explica la escasez de fósiles intermedios.

Fig. 4.8 Gradualismo y equilibrio puntuado.

El **Neutralismo** fue planteado por el investigador japonés Motoo Kimura tras una serie de estudios sobre genética molecular. Destaca que la mayoría de las mutaciones son neutras, es decir, no influyen en la supervivencia de los individuos, y pueden extenderse al azar. Según la teoría neutralista, el azar es un mecanismo evolutivo más importante que la selección natural.

La teoría Neodarwinista explica bastante bien la microevolución, es decir, la aparición de nuevas especies mediante pequeños cambios. Por ejemplo, la aparición de una nueva especie de mosca a partir de otra especie de mosca.

No obstante, persisten algunos problemas para explicar la **macroevolución**, es decir, la aparición de tipos de organismos verdaderamente nuevos de orden superior. Por ejemplo, explicar el origen de los vertebrados.

Fig. 4.9 Árbol de la vida.

El origen de las mitocondrias y los cloroplastos.

En los últimos tiempos se está considerando la importancia que puede haber tenido la asociación o simbiosis en la evolución. Se acepta que la mitocondria y el cloroplasto descienden de bacterias de vida libre que se asociaron con las células precursoras de las eucarióticas.

Algo parecido podría haber ocurrido con el núcleo.

También, la transmisión de información genética entre microorganismos se ha revelado más frecuente de lo esperado. Es posible que el intercambio de genes o grupos de genes haya tenido un papel importante en la evolución de los seres vivos.

Actividades

A. La teoría del equilibrio puntuado explica mejor que el gradualismo la escasez de fósiles intermedios, ¿por qué?

B. El neutralismo difiere claramente del resto de las aportaciones al neodarwinismo citadas. ¿En qué?

113

Actividades

A. La teoría del equilibrio puntuado explica mejor que el gradualismo la escasez de fósiles intermedios, ¿por qué?

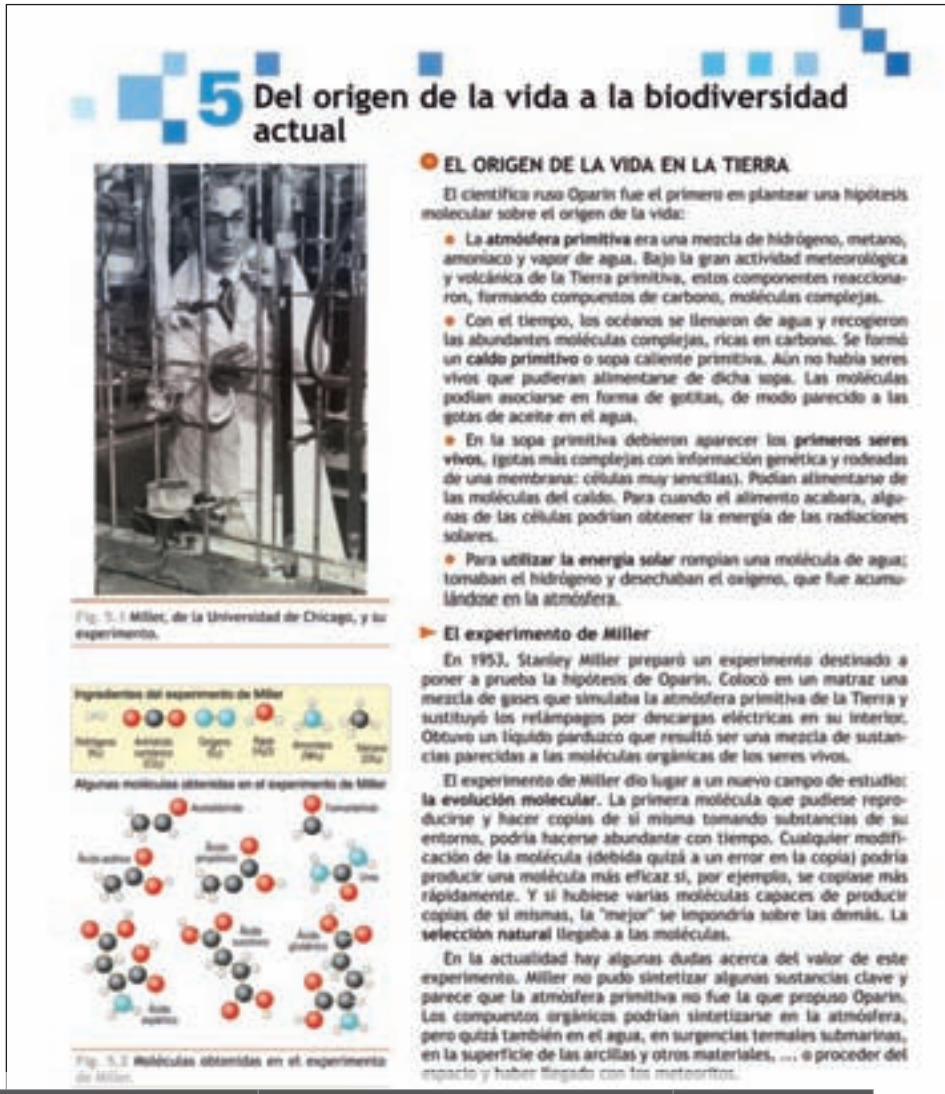
Porque permite entender la escasez de fósiles intermedios entre estratos consecutivos que muestran cambios notables en sus faunas fósiles.

B. El neutralismo difiere claramente del resto de las aportaciones al neodarwinismo citadas. ¿En qué?

En que centra su atención en las mutaciones neutras, sin valor evolutivo, resta parte de protagonismo a la selección natural y otorga un papel importante al azar en el proceso evolutivo.

RESUMEN

Una vez en el camino de entender la vida mediante la evolución resulta inevitable preguntarse por el origen de la vida. Las aportaciones de Oparin a principios del siglo XX, han dado paso a la propuesta de un proceso de evolución molecular, con selección natural, que recuerda en buena medida a la teoría de la evolución estudiada en el Tema anterior. El resultado de ambos procesos evolutivos es la gran biodiversidad de nuestro planeta, cuya clasificación ha devenido en genealogía.



5 Del origen de la vida a la biodiversidad actual

EL ORIGEN DE LA VIDA EN LA TIERRA

El científico ruso Oparin fue el primero en plantear una hipótesis molecular sobre el origen de la vida:

- La **atmósfera primitiva** era una mezcla de hidrógeno, metano, amoniaco y vapor de agua. Bajo la gran actividad meteorológica y volcánica de la Tierra primitiva, estos componentes reaccionaron, formando compuestos de carbono, moléculas complejas.
- Con el tiempo, los océanos se llenaron de agua y recogieron las abundantes moléculas complejas, ricas en carbono. Se formó un **caldo primitivo** o sopa caliente primitiva. Aún no había seres vivos que pudieran alimentarse de dicha sopa. Las moléculas podían asociarse en forma de gotitas, de modo parecido a las gotas de aceite en el agua.
- En la sopa primitiva debieron aparecer los **primeros seres vivos**, (gotas más complejas con información genética y rodeadas de una membrana: células muy sencillas). Podían alimentarse de las moléculas del caldo. Para cuando el alimento acabara, algunas de las células podrían obtener la energía de las radiaciones solares.
- Para **utilizar la energía solar** rompían una molécula de agua; tomaban el hidrógeno y desechaban el oxígeno, que fue acumulándose en la atmósfera.

El experimento de Miller

En 1953, Stanley Miller preparó un experimento destinado a poner a prueba la hipótesis de Oparin. Colocó en un matraz una mezcla de gases que simulaba la atmósfera primitiva de la Tierra y sustituyó los relámpagos por descargas eléctricas en su interior. Obtuvo un líquido parduzco que resultó ser una mezcla de sustancias parecidas a las moléculas orgánicas de los seres vivos.

El experimento de Miller dio lugar a un nuevo campo de estudio: **la evolución molecular**. La primera molécula que pudiese reproducirse y hacer copias de sí misma tomando substancias de su entorno, podría hacerse abundante con tiempo. Cualquier modificación de la molécula (debida quizá a un error en la copia) podría producir una molécula más eficaz si, por ejemplo, se copiase más rápidamente. Y si hubiese varias moléculas capaces de producir copias de sí mismas, la "mejor" se impondría sobre las demás. La **selección natural** llegaba a las moléculas.

En la actualidad hay algunas dudas acerca del valor de este experimento. Miller no pudo sintetizar algunas sustancias clave y parece que la atmósfera primitiva no fue la que propuso Oparin. Los compuestos orgánicos podrían sintetizarse en la atmósfera, pero quizá también en el agua, en surgencias termales submarinas, en la superficie de las arcillas y otros materiales, ... o proceder del espacio y haber llegado con los meteoritos.

Fig. 5.1 Miller, de la Universidad de Chicago, y su experimento.

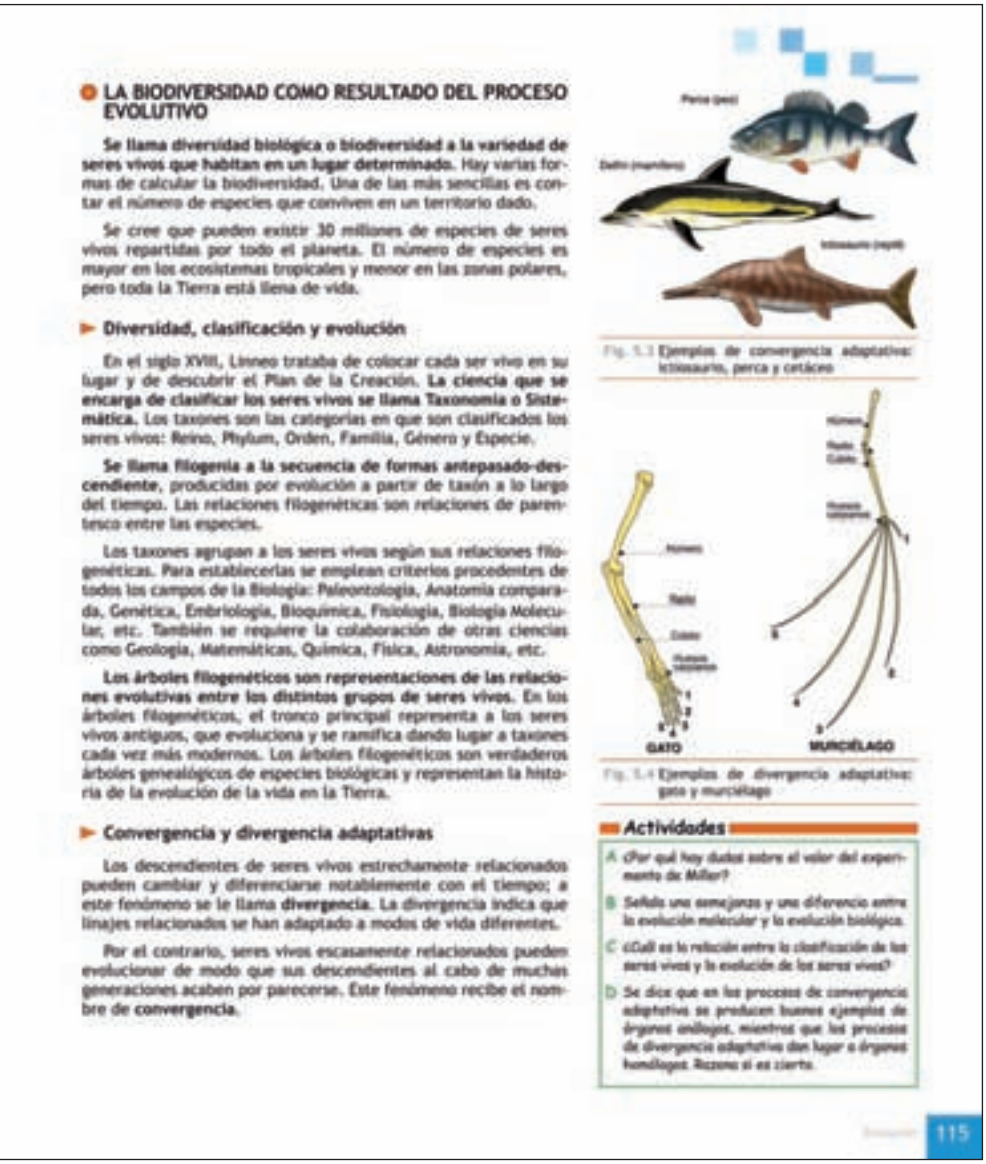
Ingredientes del experimento de Miller

Algunas moléculas obtenidas en el experimento de Miller

Fig. 5.2 Moléculas obtenidas en el experimento de Miller.

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Entender y emplear vocabulario específico sobre evolución, taxonomía y filogenia.	Texto C. Pág.115
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Responder cuestiones relacionadas con la evolución a partir de información disponible en ilustraciones y textos.	B, C. Pág.115
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Emitir hipótesis razonadas y plausibles sobre la adaptación y la extinción de las especies.	D. Pág.115 A. pág. 117.
	III.9. Cuidar del medio ambiente y usar responsablemente los recursos naturales con criterios de sostenibilidad.	Reflexiona sobre la fragmentación y ocupación del medio natural por el ser humano y la desaparición de las especies que habitaron lugares actualmente urbanizados.	Ilustraciones de las páginas 116, 117. A pág. 117.
		Busca información sobre la relación entre el consumo de gambas y la desaparición de los manglares tropicales.	B. pág. 117.
IV. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y COMPETENCIA DIGITAL	IV.1. Buscar, analizar, seleccionar, registrar, tratar, transmitir, utilizar y comunicar la información por medio de técnicas y estrategias específicas para informarse, aprender y comunicarse.	Busca información sobre la relación entre el consumo de gambas y la desaparición de los manglares tropicales.	B. pág. 117.



LA BIODIVERSIDAD COMO RESULTADO DEL PROCESO EVOLUTIVO

Se llama diversidad biológica o biodiversidad a la variedad de seres vivos que habitan en un lugar determinado. Hay varias formas de calcular la biodiversidad. Una de las más sencillas es contar el número de especies que conviven en un territorio dado.

Se cree que pueden existir 30 millones de especies de seres vivos repartidas por todo el planeta. El número de especies es mayor en los ecosistemas tropicales y menor en las zonas polares, pero toda la Tierra está llena de vida.

Diversidad, clasificación y evolución

En el siglo XVIII, Linneo trataba de colocar cada ser vivo en su lugar y de descubrir el Plan de la Creación. **La ciencia que se encarga de clasificar los seres vivos se llama Taxonomía o Sistemática.** Los taxones son las categorías en que son clasificados los seres vivos: Reino, Phylum, Orden, Familia, Género y Especie.

Se llama filogenia a la secuencia de formas antepasado-descendiente, producidas por evolución a partir de taxón a lo largo del tiempo. Las relaciones filogenéticas son relaciones de parentesco entre las especies.

Los taxones agrupan a los seres vivos según sus relaciones filogenéticas. Para establecerlas se emplean criterios procedentes de todos los campos de la Biología: Paleontología, Anatomía comparada, Genética, Embriología, Bioquímica, Fisiología, Biología Molecular, etc. También se requiere la colaboración de otras ciencias como Geología, Matemáticas, Química, Física, Astronomía, etc.

Los árboles filogenéticos son representaciones de las relaciones evolutivas entre los distintos grupos de seres vivos. En los árboles filogenéticos, el tronco principal representa a los seres vivos antiguos, que evoluciona y se ramifica dando lugar a taxones cada vez más modernos. Los árboles filogenéticos son verdaderos árboles genealógicos de especies biológicas y representan la historia de la evolución de la vida en la Tierra.

Convergencia y divergencia adaptativas

Los descendientes de seres vivos estrechamente relacionados pueden cambiar y diferenciarse notablemente con el tiempo; a este fenómeno se le llama **divergencia.** La divergencia indica que linajes relacionados se han adaptado a modos de vida diferentes.

Por el contrario, seres vivos escasamente relacionados pueden evolucionar de modo que sus descendientes al cabo de muchas generaciones acaben por parecerse. Este fenómeno recibe el nombre de **convergencia.**

Fig. 5.3 Ejemplos de convergencia adaptativa: ictiosaurio, perca y cetáceo

Fig. 5.4 Ejemplos de divergencia adaptativa: gato y murciélago

Actividades

A. ¿Por qué hay dudas sobre el valor del experimento de Miller?

B. Señala una semejanza y una diferencia entre la evolución molecular y la evolución biológica.

C. ¿Cuál es la relación entre la clasificación de los seres vivos y la evolución de los seres vivos?

D. Se dice que en los procesos de convergencia adaptativa se producen buenos ejemplos de órganos análogos, mientras que los procesos de divergencia adaptativa dan lugar a órganos homólogos. Razona si es cierto.

SOLUCIONARIO

Actividades

A. ¿Por qué hay dudas sobre el valor del experimento de Miller?

Porque Miller no pudo sintetizar algunas sustancias clave y no es seguro que la atmósfera primitiva fuera la propuesta por Oparin. También hay propuestas alternativas: los compuestos orgánicos podrían sintetizarse en la atmósfera, en el agua, en surgencias termales submarinas o en la superficie de arcillas.

B. Señala una semejanza y una diferencia entre la evolución molecular y la evolución biológica.

Semejanza: hay una selección natural que permite la pervivencia de una molécula o de una especie.

Diferencia: Obviamente, un proceso evolutivo actúa sobre las propiedades de las moléculas y el otro proceso evolutivo actúa sobres seres vivos y modifica su información genética a lo largo de las generaciones.

C. ¿Cuál es la relación entre la clasificación de los seres vivos y la evolución de los seres vivos?

La clasificación de los seres vivos intenta ser el árbol genealógico de los seres vivos en que se muestran sus conexiones evolutivas.

D. Se dice que en los procesos de convergencia adaptativa se producen buenos ejemplos de órganos análogos, mientras que los procesos de divergencia adaptativa dan lugar a órganos homólogos. Razona si es cierto.

La afirmación es básicamente correcta. Los procesos de convergencia adaptativa se dan entre organismos que habitan en el mismo medio ambiente y, por tanto, han de afrontar los mismos problemas, para lo cual recurren a menudo a adaptaciones similares. En cambio, los procesos de divergencia adaptativa se da entre organismos del mismo linaje que se separaron y colonizaron ambientes diversos, debido a lo cual el proceso evolutivo llevó a su descendencia superviviente a emplear de forma muy distinta aquellos órganos de que disponían.



Fig. 5.1 Animales extinguidos.

APARICIÓN Y DESAPARICIÓN DE ESPECIES

Un fenómeno de gran importancia en la historia de la vida es la sustitución o relevo. Organismos que fueron abundantes en una época pueden hacerse escasos o desaparecer. Hay una continua reorganización de los ecosistemas.

La extinción es parte de la evolución. Las extinciones pueden deberse a la falta de capacidad del ambiente para soportar una gran variedad de especies. Ocurre, por ejemplo, cuando se unen dos continentes y especies separadas entran en contacto (y en conflicto). Otras veces las extinciones no dependen de la diversidad, sino de cambios en el medio ambiente. Las tasas de extinción normales se deben a cambios ambientales de tipo intermedio. A veces se producen un gran incremento de la tasa de extinción, que da lugar a fenómenos de extinción en masa, como la del Cretácico, que conllevó la desaparición de los dinosaurios.

La creación de nuevas especies es posible cuando el ambiente no está saturado con especies, o cuando un grupo es superior a otro en el ambiente reinante. Las grandes diversificaciones, capaces de crear diseños significativamente distintos, suceden a las grandes extinciones.

En el registro fósil aparecen **series evolutivas** en las que se puede seguir a lo largo del tiempo el proceso de variación de un taxón.

LA EXTINCIÓN DE ESPECIES Y SUS CAUSAS

No solo aparecen nuevas especies. A lo largo de la historia de nuestro planeta, desde mucho antes de que el ser humano hiciera su aparición, casi todas las especies que aparecieron acabaron por extinguirse. Cabe distinguir tres tipos de extinciones: extinción de fondo, extinción catastrófica y extinción antropógena.

- La **extinción de fondo** se produce en los ecosistemas de forma natural a lo largo del tiempo, lo que se conoce mediante el registro fósil, que muestra apariciones y desapariciones de especies. Cada nueva especie permanece sobre la Tierra, por término medio, entre 1 y 10 millones de años. Dado que la desaparición de algunas especies viene acompañada con la aparición de otras, la extinción de fondo no produce disminución de biodiversidad.
- La **extinción catastrófica** o masiva se debe a catástrofes ambientales de carácter general, como erupciones volcánicas generalizadas, cambios climáticos e impacto de grandes meteoritos. El registro fósil muestra cinco grandes extinciones catastróficas y algunas menores.
- La extinción **antropógena** se debe a la actividad humana y puede ser considerada catastrófica, tanto por su globalidad como por sus efectos. Hay indicios de que la Humanidad ha sido causa de extinción de grandes mamíferos antes incluso de alcanzar la civilización, pero la enorme influencia actual de nuestra especie sobre la vida del planeta ha llevado ya, según muchos autores, a la **sexta gran extinción.**

116



El papel de la Humanidad en la extinción de especies

La casi absoluta mayoría de las extinciones causadas por la Humanidad no se debe a su acción directa sobre determinadas especies de seres vivos, sino a acciones sobre los ecosistemas que resultan incompatibles con la vida silvestre. Son extinciones silenciosas, donde no existe una acción directa y visible de exterminio de organismos. El efecto es indirecto y sutil, pero de consecuencias demoledoras para la biodiversidad.

La actividad humana causa la desaparición de especies:

- **Ocupando el hábitat** de las especies con la instalación de ciudades, urbanizaciones, industrias, centros comerciales, etc.
- **Alterando el hábitat** de las especies con contaminantes, ruido, extracción de recursos como agua, madera, minerales, introducción de especies foráneas, etc.
- **Fragmentando el hábitat** de las especies, mediante la instalación de vías de comunicación y servicios.
- Directamente, **mediante el abuso en la extracción de madera** y el agotamiento de recursos biológicos en general.

Fig. 5.6 Cuatro gorilas muertos en julio de 2007

Fig. 5.7 Fotografía aérea que muestra la fragmentación del territorio.

Actividades

A Nombra dos animales salvajes que habitaron en el pasado donde tú vives ahora. ¿Dónde crees que viven en la actualidad?

B Con cierta frecuencia, en los medios de comunicación aparece la recomendación de no comer gambas, para conservar los manglares. Busca información sobre la relación entre el consumo de gambas y los manglares y escribe cinco líneas sobre este problema.

117

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Nombra dos animales salvajes que habitaron en el pasado donde tú vives ahora. ¿Dónde crees que viven ahora?

La respuesta depende del lugar de residencia. Cabe esperar se cite lobo, oso, jabalí, ciervo, águila, quebrantahuesos, gamo, tejón, ardilla, etc.

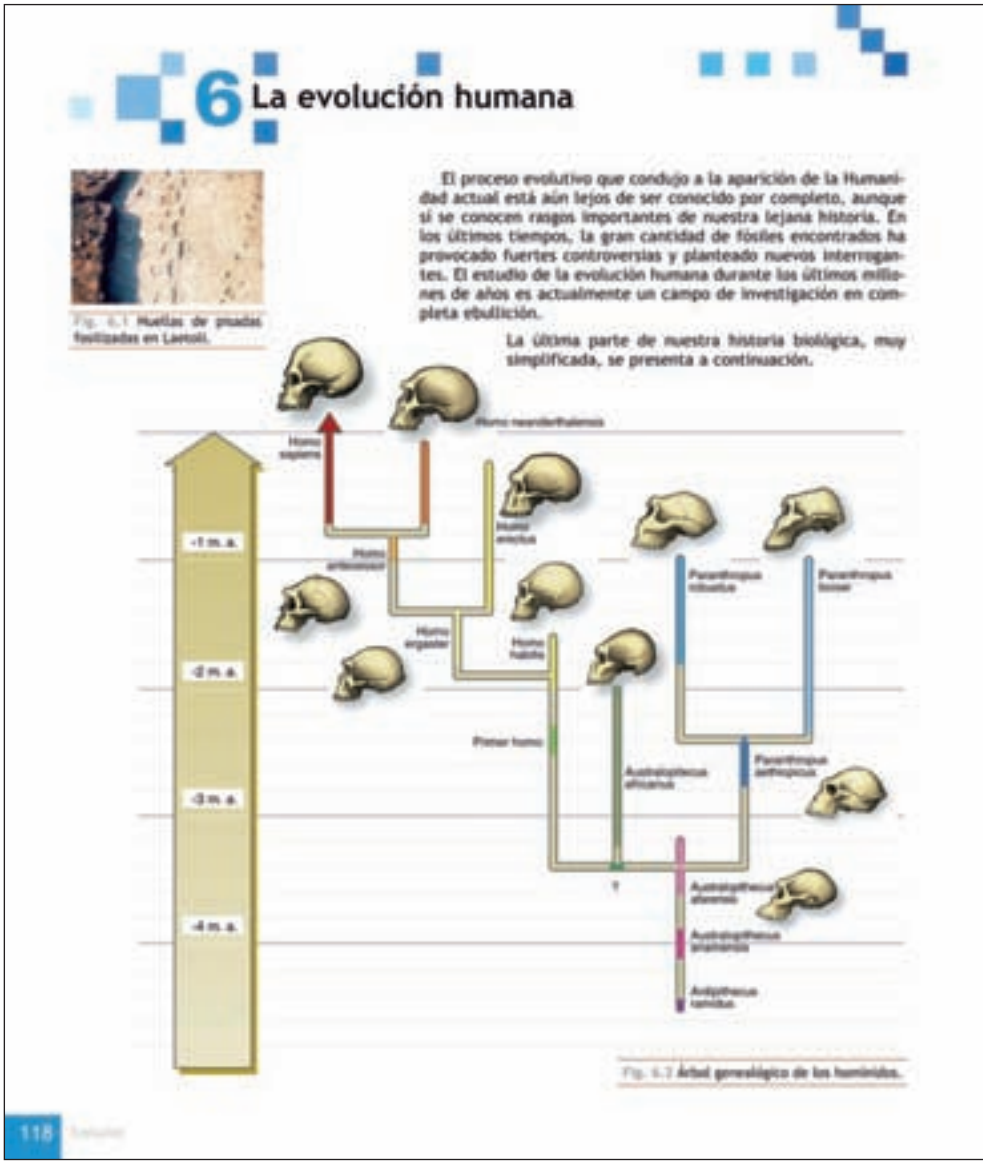
La respuesta a la segunda parte de la pregunta debe ser el medio natural no alterado o poco alterado por el ser humano. Queda implícita la idea de que la alteración del medio asociada a la presencia humana ha alejado a gran cantidad de seres vivos.

B. Con cierta frecuencia, en los medios de comunicación aparece la recomendación de no comer gambas, para conservar los manglares. Busca información sobre la relación entre el consumo de gambas y los manglares y escribe cinco líneas sobre este problema.

Se trata de favorecer el establecimiento de relaciones entre la biodiversidad y los ecosistemas que las personas alteramos inconscientemente con nuestros hábitos de consumo.

RESUMEN

Los seres humanos procedemos de antecesores que eran indudablemente animales. Hemos surgido por evolución y formamos parte del medio natural, como el resto de seres vivos que nos acompañan en el planeta. En este Tema se resume la parte del proceso evolutivo que dio lugar a nuestra especie.


6 La evolución humana

El proceso evolutivo que condujo a la aparición de la Humanidad actual está aún lejos de ser conocido por completo, aunque sí se conocen rasgos importantes de nuestra lejana historia. En los últimos tiempos, la gran cantidad de fósiles encontrados ha provocado fuertes controversias y planteado nuevos interrogantes. El estudio de la evolución humana durante los últimos millones de años es actualmente un campo de investigación en completa ebullición.

La última parte de nuestra historia biológica, muy simplificada, se presenta a continuación.

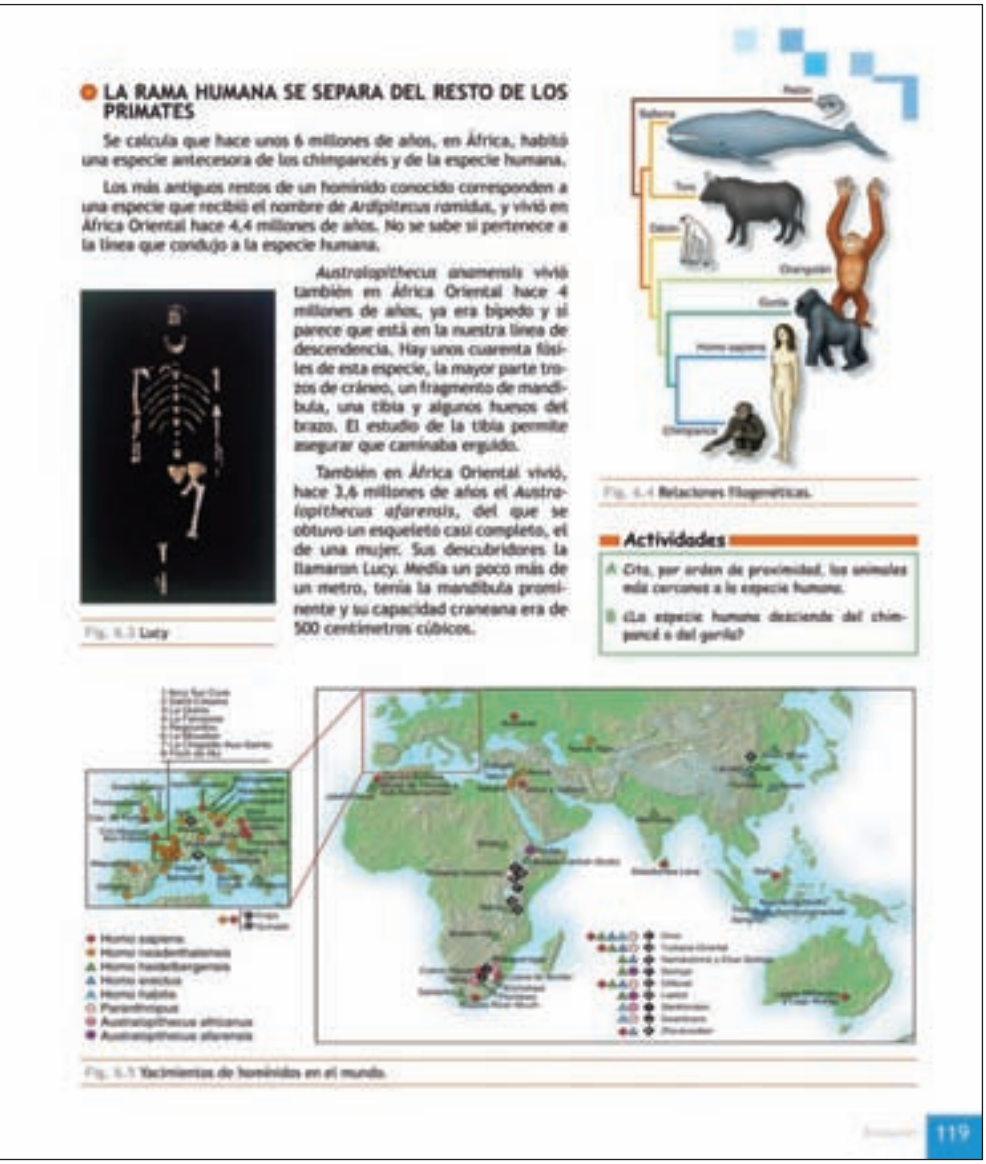
Fig. 6.1 Huellas de pisadas fosilizadas en Laetoli.

Fig. 6.2 Árbol genealógico de los homínidos.

118

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Describe el proceso evolutivo que condujo a la aparición de la especie humana empleando apropiadamente los términos técnicos pertinentes.	Texto. A. Pág. 119. A. Pág. 121.
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Reflexiona y aporta una respuesta razonable a la vieja y eterna cuestión de si el ser humano proviene del mono.	B. Pág. 119.
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	A partir de ilustraciones y los textos, comenta las relaciones entre distintas especies de homínidos y describe la ruta seguida en su expansión por el mundo.	Texto. Gráficos e ilustraciones de las páginas 119 y 121. A, B. Pág. 121.
VII. APRENDER A APRENDER	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de decisiones racional y críticamente.	Reflexiona y aporta una respuesta razonable a la vieja y eterna cuestión de si el ser humano proviene del mono.	B. Pág. 119.



LA RAMA HUMANA SE SEPARA DEL RESTO DE LOS PRIMATES

Se calcula que hace unos 6 millones de años, en África, habitó una especie antecesora de los chimpancés y de la especie humana.

Los más antiguos restos de un homínido conocido corresponden a una especie que recibió el nombre de *Ardipitecus ramidus*, y vivió en África Oriental hace 4,4 millones de años. No se sabe si pertenece a la línea que condujo a la especie humana.

Australopithecus anamensis vivió también en África Oriental hace 4 millones de años, ya era bípedo y si parece que está en la nuestra línea de descendencia. Hay unos cuarenta fósiles de esta especie, la mayor parte trozos de cráneo, un fragmento de mandíbula, una tibia y algunos huesos del brazo. El estudio de la tibia permite asegurar que caminaba erguido.

También en África Oriental vivió, hace 3,6 millones de años el *Australopithecus afarensis*, del que se obtuvo un esqueleto casi completo, el de una mujer. Sus descubridores la llamaron Lucy. Medía un poco más de un metro, tenía la mandíbula prominente y su capacidad craneana era de 500 centímetros cúbicos.

Fig. 6.3 Lucy

Fig. 6.4 Relaciones filogenéticas.

Actividades

A Cita, por orden de proximidad, los animales más cercanos a la especie humana.

B ¿La especie humana desciende del chimpancé o del gorila?

Fig. 6.5 Yacimientos de homínidos en el mundo.

119

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Cita, por orden de proximidad, los animales más cercanos a la especie humana.

A partir de la ilustración 6.4 de la página 119 del texto el animal más cercano es el chimpancé, al que sigue el gorila, el orangután, y el gibón. Otros mamíferos como el toro, la ballena y el ratón quedan algo más lejanos.

B. ¿La especie humana desciende del chimpancé o del gorila?

La especie humana no procede del chimpancé ni del gorila actuales. Los tres comparten un antecesor común. El gorila se separó del linaje humano antes que el chimpancé, de modo que el chimpancé y el ser humano comparten otro antecesor común, que vivió hace unos seis millones de años y que no fue antecesor del gorila. Parece que el chimpancé está más próximo al ser humano que al gorila.



APARECEN LOS PRIMEROS SERES HUMANOS

Homo habilis es la primera especie humana conocida. Procede de África y los fósiles hallados tienen una antigüedad de menos de 1,8 millones de años. Se le llamó habilis porque junto a sus restos se hallaron utensilios de piedra. Su cerebro era vez y media mayor que el de los **australopitecinos**. Se sabe que en la misma época coincidieron al menos cuatro especies de hominidos.

Homo erectus salió de África y pasó a Asia y Europa. Hay fósiles de *Homo erectus* en Java y en Georgia de hace 1,8 millones de años, aproximadamente. Su altura media era de 1,7 metros y tenía una capacidad craneana de 1 000 centímetros cúbicos.

Hace un millón de años *Homo erectus* vivía en Java y China. Hasta ahora se consideraba que *Homo sapiens* era una rama procedente de Homo erectus, pero los hallazgos de Atapuerca hacen pensar que no procedemos de esta especie. *Homo erectus* persistió hasta hace 250 000 años en Asia y más aún, hasta hace 100 000 años en la isla de Java.

Los fósiles encontrados en el yacimiento Gran Dolina de Atapuerca son de hace unos 800 000 años y se ha establecido una nueva denominación para clasificarlos: *Homo antecessor*, que podría ser antepasado común de neandertales y cromañones.

Homo heidelbergensis vivía en Europa hace 600 000 años. El fósil más famoso de esta especie es una mandíbula encontrada en Mauer, Alemania. Del Homo heidelbergensis proceden tanto el Hombre de Neandertal como el Hombre de Cromañón, nuestra especie.

El hombre de Neandertal, *Homo neanderthalensis*, apareció en Europa hace unos 200 000 años y se extinguió hace solamente 30 000 años. Parece que los neandertales no son antecesores de la especie humana actual.

Fig. 6.7 El trabajo en Antropología.

Fig. 6.8 a) *Homo habilis*. b) *Homo erectus*. c) *Homo antecessor*.

120

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Hace casi cincuenta años se decía que *Australopithecus africanus* engendró a *Homo erectus*, que engendró a su vez a *Homo sapiens*. Indica cuáles son las relaciones entre las tres especies según los conocimientos actuales.

Actualmente, tal y como aparece representada en la figura 6.2, la evolución humana es bastante más compleja. *Australopithecus africanus* se ha escindido en varias especies, como *A. anamensis* y *A. afarensis*, aunque sigue estando cerca de la base del árbol genealógico homínido. Por otro lado, *Homo erectus* es una especie que es considerada como una rama lateral divergente del camino que llevó a nuestra especie actual, *Homo sapiens*. Curiosamente, con el aumento del número de fósiles conocidos, la genealogía humana se ha vuelto más difícil de establecer y en la actualidad hay muchas alternativas en discusión.

LA ESPECIE HUMANA ACTUAL

La transición que llevó al *Homo sapiens sapiens* se produjo hace unos 100 000 años. Su capacidad craneana puede llegar a los 2 000 centímetros cúbicos. Hay dos hipótesis contradictorias sobre la aparición del *Homo sapiens* a partir del *Homo sapiens arcaico*.

La **hipótesis multirregional** afirma que la transición del *Homo erectus* al *Homo sapiens* arcaico y luego al *Homo sapiens* moderno se produjo en diversos lugares del Viejo Mundo. La hipótesis multirregional se ha ido desmoronando poco a poco debido a los resultados de los estudios genéticos...

La **hipótesis africana** afirma que en África o en Próximo Oriente y se dispersó desde allí al resto del mundo. Según esta hipótesis, todos los seres humanos deberíamos proceder de la diáspora que salió de África hace 100 000 años. Sin embargo, estudios recientes indican que el reemplazo de población no fue total, ya que en las poblaciones humanas actuales hay rasgos anatómicos procedentes de homínidos más antiguos.



Fig. 4.3 Comparación entre a) Homo sapiens y b) Homo neanderthalensis.

Actividades

Si parece confirmado que, después de más 70000 años conviviendo con el Homo neanderthalensis, hace 30000 años quedó como única especie humana sobre la Tierra. Parece que Homo sapiens fue quien causó la extinción de nuestra última especie hermana.

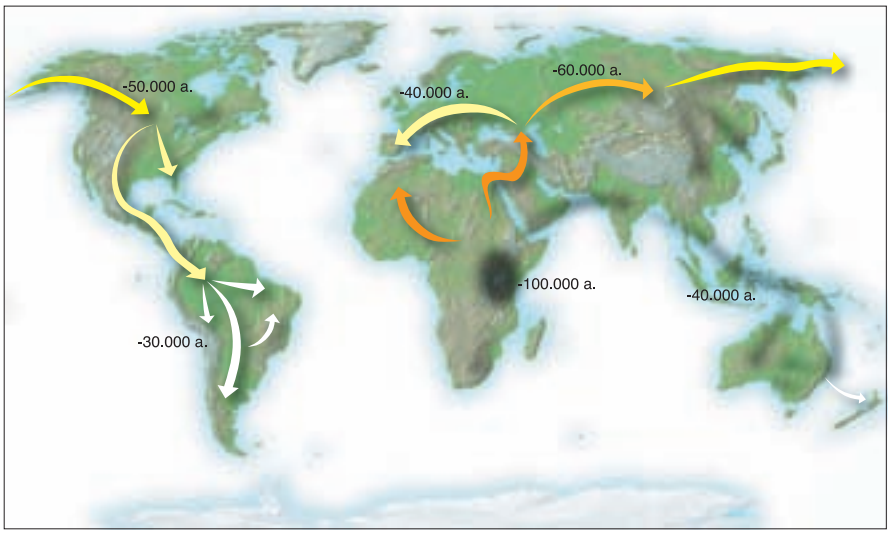
A. *Hace casi cincuenta años se decía que Australopithecus africanus engendró a Homo erectus, que engendró a su vez a Homo sapiens. Indica, cuáles son las relaciones entre las tres especies según los conocimientos actuales.*

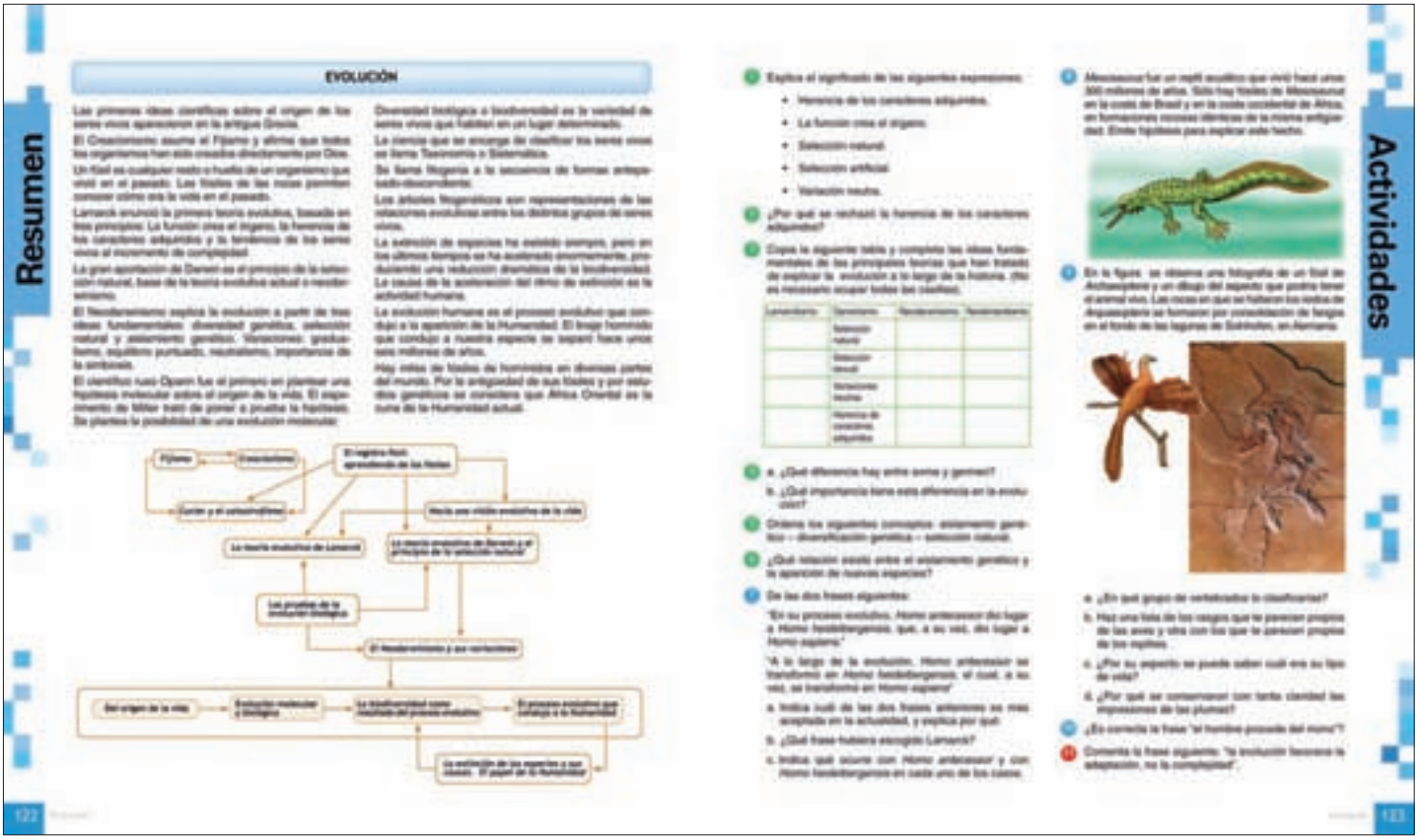
B. *Describe, a partir de la ilustración, el camino que recorrió Homo sapiens para llegar a Europa y a América del Sur y cuándo lo hizo.*



Fig. 4.4 Hipótesis africana.

B. Describe, a partir de la ilustración, el camino que recorrió Homo sapiens para llegar a Europa y a América del Sur y cuándo lo hizo.





DESCRIPTORES DE LAS ACTIVIDADES DIVERSIFICADAS

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	ACTIVIDADES
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.1. Expresar de forma oral y escrita pensamientos, emociones, vivencias y opiniones.	2, 10, 11,
	I.2. Estructurar el conocimiento dando coherencia y cohesión al discurso.	3, 5, 7.
	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	1, 4, 5 ,
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	7, 9.
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	9, 11.
	III.10. Conocer los conceptos, principios y leyes de las ciencias de la naturaleza así como los instrumentos y métodos empleados para la construcción del conocimiento científico.	2, 5, 7.
VII. APRENDER A APRENDER	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de decisiones racional y críticamente.	6, 10.

SOLUCIONARIO

Actividades de refuerzo

1. Explica el significado de las siguientes expresiones:

a) Herencia de los caracteres adquiridos.

Que las variaciones obtenidas mediante el uso o desuso de los órganos son heredables.

b) La función crea el órgano.

Que el ejercicio de una actividad o función biológica promueve la aparición de órganos idóneos para llevar a cabo esa función.

c) Selección natural.

- Los organismos vivos producen más descendientes que los que el medio puede sustentar.
- Una gran parte ha de ser eliminada y sólo sobreviven los mejor adaptados, es decir, los que aprovechan mejor los recursos del medio ambiente.
- Los supervivientes transmiten sus características a la descendencia, y la acumulación de las pequeñas variaciones determina la transformación a largo plazo de las especies.

d) Selección artificial.

Selección artificial es la selección llevada a cabo por la actividad humana, habitualmente en trabajos de agricultura o ganadería, para obtener descendencia con las características deseables. Para ello se permite la reproducción solamente a aquellos individuos que tienen las características preferidas.

e) Variación neutra.

Las variaciones neutras, son aquellas que no producen ventaja ni perjuicio, en la supervivencia de los individuos ni en la capacidad de éstos para dejar descendencia.

2. ¿Por qué se rechazó la herencia de los caracteres adquiridos?

Porque no había ningún mecanismo que pudiera explicar cómo los caracteres adquiridos podían pasar a la descendencia. Esto quedó patente tras el experimento de Weissmann, la separación de soma y germen, y, sobre todo, el conocimiento de los procesos de transmisión de la herencia.

3. Copia la siguiente tabla y completa las ideas fundamentales de las principales teorías que han tratado de explicar la evolución a lo largo de la historia.

Lamarckismo	Darwinismo	Neodarwinismo	Neolamarckismo
No	Selección natural	Selección natural	Selección natural
No	Selección sexual	Dentro de la selección natural	Dentro de la selección natural
No	Variaciones neutras	Variaciones neutras	Variaciones neutras
Herencia de caracteres adquiridos	Herencia de caracteres adquiridos	No	El medio ambiente puede inducir cambios hereditarios en los individuos

4. a) ¿Qué diferencia hay entre soma y germen?

Soma es el conjunto de células, llamadas somáticas, que no intervienen en la reproducción del organismo.

Germen es el conjunto de células germinales o reproductoras que pasan de una generación a la siguiente.

b) ¿Qué importancia tiene esta diferencia en la evolución?

Las variaciones genéticas en el germen pasan a la descendencia, mientras que las variaciones genéticas en el soma no pasan a la siguiente generación sino que mueren cuando muere el organismo.

5. Ordena los siguientes conceptos: aislamiento genético - diversificación genética – selección natural.

Diversificación genética – selección natural – aislamiento genético.

6. ¿Qué relación existe entre el aislamiento genético y la aparición de nuevas especies?

Cuando se produce el aislamiento genético entre dos grupos de organismos procedentes de un tronco común e individuos de un grupo no pueden dar descendencia fértil con individuos del otro grupo puede decirse que constituyen dos especies distintas.

Asegura tus conocimientos

7. De las dos frases siguientes:

"En su proceso evolutivo, *Homo antecessor* dio lugar a *Homo heidelbergensis*, que, a su vez, dio lugar a *Homo sapiens*."

"A lo largo de la evolución, *Homo antecessor* se transformó en *Homo heidelbergensis*, el cual, a su vez, se transformó en *Homo sapiens*"

a) Indica cuál de las dos frases anteriores es más aceptada en la actualidad, y explica por qué:

En su proceso evolutivo, *Homo antecessor* dio lugar a *Homo heidelbergensis*, que, a su vez, dio lugar a *Homo sapiens*. Esta frase es más aceptada, porque no hubo una transformación en masa de una especie en otra. De acuerdo con el mecanismo de actuación de la selección natural, algunos individuos de la especie anterior, los que tenían las características más favorables al medio en que vivían, produjeron descendientes, que a su vez fueron seleccionados según sus características, ..., hasta que se formó una población aislada genéticamente del resto, y constituyó el origen de la nueva especie.

b) ¿Qué frase hubiera escogido Lamarck?

A Lamarck le hubiera gustado más la segunda frase: "A lo largo de la evolución, *Homo antecessor* se transformó en *Homo heidelbergensis*, el cual, a su vez, se transformó en *Homo sapiens*".

c) Indica qué ocurre con *Homo antecessor* y con *Homo heidelbergensis* en cada uno de los casos.

En el primer caso, como ya se ha indicado, algunos individuos de *Homo antecessor*, los que tenían las características más favorables al medio en que vivían, produjeron descendientes, que a su vez fueron seleccionados según sus características, ..., hasta que se formó una población aislada genéticamente del resto, y constituyó el origen de

Homo heidelbergensis. De modo parecido, un grupo de *Homo heidelbergensis* dio lugar a *Homo sapiens*. En ambos casos, el resto muy mayoritario de *Homo antecessor* u *Homo heidelbergensis* siguió viviendo independientemente hasta su extinción, que fue bastante posterior.

En el segundo caso, que se ajusta bien al ideal lamarckiano hoy descartado, todos los *Homo antecessor* se transformaron en bloque en *Homo heidelbergensis* y luego en *Homo sapiens.*

8. *Mesosaurus* fue un reptil acuático que vivió hace unos 300 millones de años. Solo hay fósiles de *Mesosaurus* en la costa de Brasil y en la costa occidental de África, en formaciones rocosas idénticas de la misma antigüedad. Emite hipótesis para explicar este hecho.

En algún tiempo, ambas costas estuvieron unidas, y ambas formaciones rocosas fueron una sola. Con la apertura del océano Atlántico se produjo la separación.

9. En la figura se observa una fotografía de un fósil de *Archaeopterix* y un dibujo del aspecto que podría tener el animal vivo. Las rocas en que se hallaron los restos de *Archaeopterix* se formaron por consolidación de fangos en el fondo de las lagunas de Solnhofen, en Alemania.

a) ¿En qué grupo de vertebrados lo clasificarías?

Intermedio entre reptil y ave.

b) Haz una lista de los rasgos que te parecen propios de las aves y otra con los que te parecen propios de los reptiles.

No presenta aspecto de animal acuático. Las aves acuáticas actuales tienen membranas entre dos dedos para facilitar la natación, o las patas muy largas para caminar sobre el fondo.

RASGOS DE AVE	RASGOS DE REPTIL
Plumas, alas, pico, algunas partes del esqueleto	Dientes, cola

c) ¿Por su aspecto se puede saber cuál era su tipo de vida?

Por la envergadura de sus alas, parece que era un ave capaz de realizar vuelos cortos o de planear. La presencia y el tipo de dientes, así como las garras que muestra en patas y alas indica que era probablemente carnívora.

d) ¿Por qué se conservaron con tanta claridad las impresiones de las plumas?

Porque los fangos del fondo de las lagunas son de grano muy fino y, al solidificarse, conservan gran fidelidad los detalles de los objetos que caen en ellos.

10. ¿Es correcta la frase "el hombre procede del mono"?

Los monos y los seres humanos compartimos antepasados comunes, y aunque no procedemos de los modernos monos actuales, es seguro que algunos de nuestros antepasados tenían aspecto simiesco. También tenemos antepasados entre los peces, entre los anfibios y entre otros grupos de seres vivos, pero no suele decirse que procedemos de la rana o del lagarto.

Actividades de ampliaciόm

11. Comenta la frase siguiente: "la evolución favorece la adaptación, no la complejidad".

Indica que muchos seres vivos pueden seguir dejando descendientes indefinidamente a pesar de su sencillez si están bien adaptados al medio en que viven. La inmensa mayoría de los seres vivos son bacterias, uno de los tipos de seres vivos más sencillo que existe. La selección natural permite la supervivencia de los organismos mejor adaptados. La complejidad aparece como un subproducto ocasional.


Taller y laboratorio

1 *Cepaea nemoralis*, dónde con rayas y dónde sin rayas.

2 A la caza de la alubia

SOLUCIONARIO

Taller y laboratorio

Cepaea **nemoralis**, ***dónde con rayas y dónde sin rayas***

Emite hipótesis para explicar la distribución encontrada.

Las hipótesis deben tratar de establecer relaciones entre la presencia o ausencia de rayas, la uniformidad o variedad del paisaje. Puede tenerse en cuenta algún otro factor, como la presencia o ausencia de depredadores.

A la caza de la alubia

A. ¿Han capturado más alubias blancas o negras

Normalmente se capturan más alubias blancas que negras en las condiciones experimentales indicadas.

B. ¿En qué proporción?

La proporción debe extraerse una vez realizado el experimento.

C. ¿Podrías explicar por qué?

Porque se distinguen mucho mejor y resultan más fáciles de coger.

D. ¿Qué relación tiene esto con la teoría de la evolución?

Es un modelo sencillo para entender cómo funciona la selección natural.

A. ¿Obtienes siempre los mismos resultados o cambian en cada caso?

Los resultados suelen variar, a menudo de forma notable, al cambiar las condiciones experimentales.

B. ¿Puedes explicar por qué?

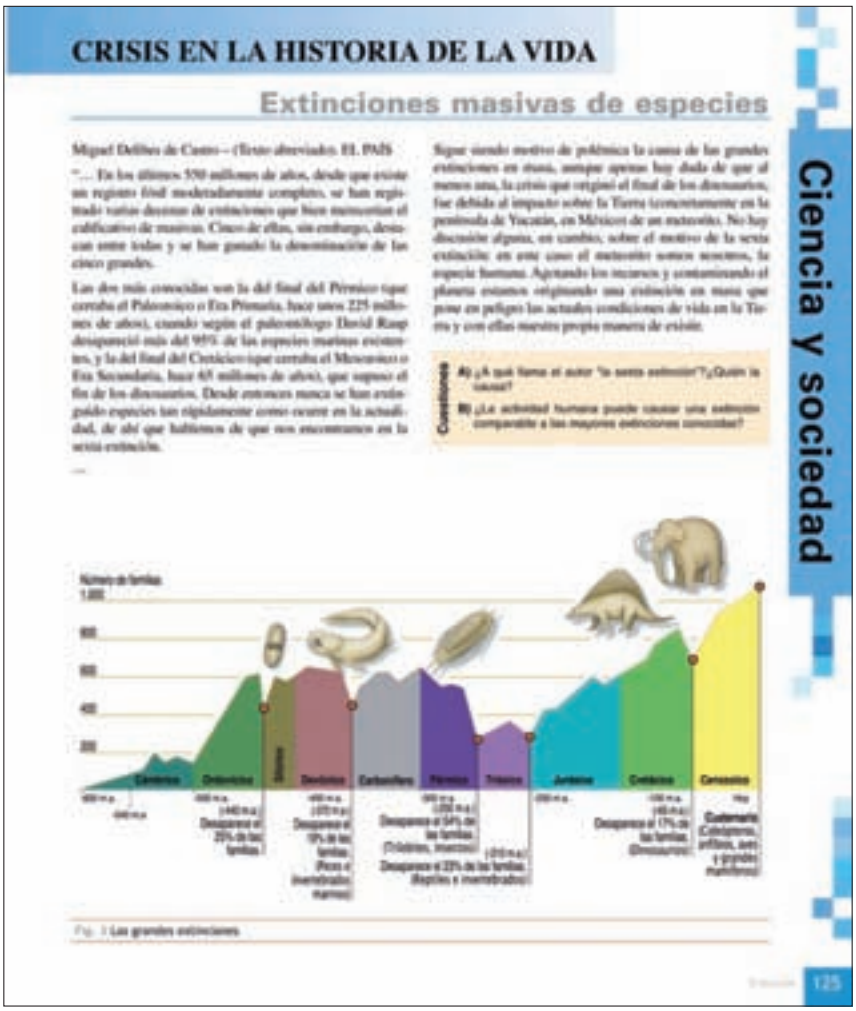
Debe darse una explicación razonable en función de los resultados obtenidos y de las condiciones experimentales de cada caso.

C. ¿Hay alguna relación entre esta actividad y la evolución biológica?

Es un modelo sencillo para entender cómo funciona la selección natural.

DESCRIPTORES: TALLER Y LABORATORIO

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	TALLER Y LABORATORIO	
		CEPAEA NEMORALIS	A LA CAZA DE LA ALUBIA
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.4. Utilizar el lenguaje matemático para cuantificar los fenómenos naturales, para analizar causas y consecuencias y para expresar datos e ideas sobre la naturaleza.		Act. A, B, C, D (izquierda)
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Actividades	Act. A, B, C (derecha)
	III.6. Interactuar con el espacio físico circundante y resolver problemas en los que intervengan objetos y su posición.	Actividades	
VII. APRENDER A APRENDER	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de decisiones racional y críticamente.	Actividades	Act. A, B, C (derecha)



CRISIS EN LA HISTORIA DE LA VIDA

Extinciones masivas de especies

Ciencia y sociedad

125

SOLUCIONARIO

Ciencia y sociedad

A. ¿A qué llama el autor "la sexta extinción"? ¿Quién la causa?

Miguel Delibes de Castro emplea la expresión "sexta extinción" para referirse a la extinción actual, causada por la Humanidad.

B. ¿La actividad humana puede causar una extinción comparable a las mayores extinciones conocidas?

Sí. Todos los datos indican que estamos ante una extinción que podría llegar a ser la mayor de todas las que existieron en la Tierra en los últimos 600 millones de años.

DESCRIPTORES: CIENCIA Y SOCIEDAD

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CIENCIA Y SOCIEDAD
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Entiende un texto divulgativo sobre las extinciones masivas de especies y sus causas, entre las que destaca la actividad humana.	Texto A, B.
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Conoce las consecuencias que tienen las actividades humanas sobre la biodiversidad.	Texto A. B.
VII. APRENDER A APRENDER	VII.4. Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de decisiones racional y críticamente.	Reflexiona acerca del valor de la biodiversidad y del empobrecimiento que supone su disminución.	Texto A, B.

▶ Modelo de examen para la evaluación de competencias

NOMBRE: _____ CURSO: _____ FECHA: _____

1. ¿A qué se refieren estas definiciones?

.....	Resto o huella de un organismo que vivió en el pasado
.....	Teoría que afirma que cada especie es producto de un acto especial de creación divina.
.....	Teoría que afirma que las especies existentes en la Tierra son inmutables a lo largo del tiempo.
.....	Conjunto de seres vivos que dan descendientes fértiles cuando se cruzan entre sí y está aislado reproductivamente del resto de los seres vivos.

2. Une con una línea a cada autor con la expresión correspondiente de la segunda columna:

Cuvier	Selección natural
Miller	Selección natural
Lamarck	Origen de la vida
Oparin	La función crea el órgano
Weissmann	Evolución molecular
Darwin	Soma y germen
Wallace	Catastrofismo

3. Completa la siguiente tabla, indicando las ideas fundamentales de las principales teorías evolutivas. (No es necesario rellenar todas las casillas).

Lamarck	Darwin	Neodarwinismo	Neolamarckismo
	Selección natural		
	Selección sexual		
	Variaciones neutras		
	Herencia de los caracteres adquiridos		

4. Completa el texto siguiente, que explica el principio de la selección natural:

"los organismos vivos producen más ..... que los que el medio puede sustentar; una gran parte ha de ser eliminada y sólo ..... los mejor ....., es decir, todos los que tienen alguna ventaja. Los supervivientes transmiten sus características a su ....., y la acumulación de las pequeñas ..... determina la transformación a largo plazo de las .....".

5. La teoría neodarwinista explica la evolución mediante tres mecanismos fundamentales: creación de diversidad genética, selección natural y aislamiento genético y origen de las nuevas especies. Asocia los siguientes procesos a una de las tres ideas fundamentales: separación geográfica, aumento de las diferencias genéticas, eficacia biológica, aislamiento genético, reproducción sexual, mutación.

CREACIÓN DE DIVERSIDAD GENÉTICA	SELECCIÓN NATURAL	AISLAMIENTO GENÉTICO Y ORIGEN DE LAS NUEVAS ESPECIES

6. a) Identifica los órganos análogos y homólogos de las dos ilustraciones.
b) indica la diferencia entre analogía y homología evolutivas.

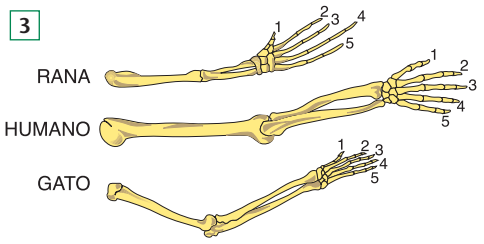
1



2



3



a)

b)

7. **¿Cuál es la relación entre los árboles filogenéticos, la clasificación actual de los seres vivos y la evolución?**

8. **De entre las siguientes parejas de animales, indica cuáles representan ejemplos de convergencia adaptativa y cuáles son ejemplos de divergencia adaptativa. Razónalo en cada caso.**

   Gato y murciélago:

   Delfín y atún:

   Tiburón y ballena:

   Foca y oso:

9. **Indica mediante una V si es verdadero o con una F si es falso las siguientes frases:**

   a) Las ballenas y los peces deberían clasificarse en el mismo grupo. ( )

   b) Los vertebrados tienen antepasados comunes. ( )

   c) Las alas de mariposa y paloma son homólogas. ( )

   d) Los embriones humanos se parecen inicialmente a los de los peces porque tienen antepasados comunes. ( )

10. **Sobre la evolución humana:**

    Explica si, a la luz de los conocimientos actuales, es aceptable la frase: "A lo largo de la evolución, *Homo antecessor* se transformó en *Homo heidelbergensis,* el cual, a su vez, se transformó en *Homo sapiens*"

Tabla de aplicación para el examen • 4º ESO • Tema 5

Nombre: _____ **Curso:** _____ **Fecha:** _____

COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Domina el vocabulario técnico relacionado con la evolución de los seres vivos.					
Reconoce conceptos fundamentales de evolución a partir de su definición.					
Escoge las palabras apropiadas para completar la definición de selección natural.					

COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Reconoce conceptos fundamentales de evolución a partir de su definición.					
Escoge las palabras apropiadas para completar la definición de selección natural.					
Relaciona diversos autores con sus ideas o teorías relevantes en Biología.					
Asocia procesos que dan lugar a con ideas fundamentales sobre la evolución según la teoría neodarwinista.					
Reconoce y explica homologías y analogías a partir de ilustraciones esquemáticas.					
Relaciona la taxonomía con la filogenia.					
Razona sobre diversas parejas de seres vivos y determina la existencia entre ellos de convergencia o divergencia adaptativa.					
Determina la veracidad o falsedad de diversas afirmaciones relacionadas con la evolución de los seres vivos.					
Valora y emite su opinión sobre uno de los errores más clásicos en la interpretación de la evolución: la transformación en bloque de una especie en otra.					

APRENDER A APRENDER					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Deduce la veracidad o falsedad de algunas afirmaciones empleando para su razonamiento los conocimientos adquiridos sobre la reproducción de los seres vivos.					
Valora y emite su opinión sobre uno de los errores más clásicos en la interpretación de la evolución: la transformación en bloque de una especie en otra.					

1. No alcanza el mínimo en el desempeño de la capacidad
2. Cumple con el mínimo requerido
3. Se encuentra en la media del resto de sus compañeros
4. Supera la media
5. Presenta un nivel máximo de cumplimiento del desempeño

Bibliografía

AAVV. *Así son las cosas*. (1996). Editorial Debate.

AAVV. *Astrobiología: sobre el origen y evolución de la vida en el universo*. (2011). Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

AAVV. *Evolución. Sociedad, ciencia y universo*. (2001). Tusquets.

BAILEY, JILL. *Evolución y genética* [T.7] (1996) Editorial Debate.

BERNABÉ PICO, ALICIA; JIMÉNEZ-ORTIZ, MARÍA TERESA; MOYA DÍAZ, BEATRIZ. *Origen y evolución de las especies* (1998). Santillana.

BLUND, WILFRID. *El naturalista.* (1982). Ediciones del Serbal.

BROWNE, JANET. *La historia de "El origen de las especies" de Charles Darwin.* (2007). Editorial Debate.

BURNER, DAVID. *Qué sabes de evolución* (2000). Ediciones B.

DAWKINS, RICHARD. *Escalando el monte Improbable.* (1998). Tusquets.

DOBZHANSKY, THEODOSIUS. *Genética y el origen de las especies* (1997). Círculo de Lectores.

DUPRÉ, JOHN. *El legado de Darwin. Qué significa hoy la evolución*. (2003). Katz.

ELDREDGE, NILES. *Síntesis inacabada: jerarquías biológicas y pensamiento evolutivo moderno* (1997) (Fondo de Cultura Económica)

LAMARCK. *Filosofía zoológica*. (1986). Altafulla–Mundo Científico.

MEC. *Claves de la evolución humana* (2003) (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones)

MEYER, Philippe. 1985. *Fisiología Humana*. (Salvat. Barcelona).

NICHOLS, PETER. *Darwin contra Fitzroy*. (2004). Temas de hoy.

STEPHEN JAY GOULD. *Acabo de llegar.* (2003). Crítica.

STEPHEN JAY GOULD. *El libro de la vida.* (1993). Crítica.

STEPHEN JAY GOULD. *La estructura de la teoría de la evolución*. (2004). Tusquets.

TEMPLADO, J. *Historia de las teorías evolucionistas.* (1974). Ed. Alhambra.

TOOLE, GLENN; TOOLE, SUSAN. *Understanding Biology*. (1999). Nelson Thornes.

WILSON, E. O. *La diversidad de la vida*. (2001). Crítica.

ARTÍCULOS

GONZÁLEZ FIAREN, ALBERTO. *Evolución biológica en el Universo.* (2002). Mundo científico, nº 232, pags. 22-29.

RODRÍGUEZ ALVAREZ, XOSÉ PEDRO; CARBONELL I ROURA, EUDALD. *Atapuerca y la evolución biológica y cultural de los humanos.* 1999. Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, Vol. 7, nº 2, págs. 112-120.

VÍDEOS Y DVDS

Darwin y la biodiversidad. El País.

El mundo de Darwin. E. Britannica. Club Internacional del Libro.

Sagan, Carl. Una voz en la fuga cósmica – Cosmos.

Attenborough, David. La Evolución de la vida. En Desafíos de la Vida. Club Internacional del Libro.

LA TIERRA, PLANETA VIVO: FÓSILES A TRAVÉS DEL TIEMPO. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Instituto Geológico y minero de España.

DIRECCIONES DE INTERNET:

http://www.biodiversidadvirtual.com/

Página dedicada a la Biodiversidad, con abundante material gráfico.

http://phylogeny.arizona.edu/tree/phylogeny.html

Página sobre Taxonomía i Biodiversidad.

http://www.atapuerca.com

Sobre la evolución humana y los fósiles hallados en la Sierra de Atapuerca.

http://darwin-online.org.uk/

Las publicaciones de Darwin en la red.

http://www.bradshawfoundation.com/journey/

El viaje de la Humanidad desde África.

http://eol.org/

La página de la Enciclopedia de la Vida, impulsada por E. O. Wilson.

RESUMEN

El eje vertebrador del presente Tema consiste en averiguar la estructura interna de la Tierra a partir de los fenómenos de origen interno que de ella se desprenden.

De esta manera estudiaremos los fenómenos sísmicos y los volcanes así como sus consecuencias. Veremos cómo la explicación que dan los científicos a estos fenómenos nos informa del interior del Planeta.

También veremos las deformaciones que los fenómenos internos originan sobre las capas superiores de la corteza. Analizaremos los pliegues y las fallas y veremos cómo la explicación que dan los científicos a estas estructuras nos informa del interior de la Tierra.



Contenidos

CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	ACTITUDES
1. Los estratos y sus deformaciones 2. Pliegues 3. Fallas 4. Volcanes 5. Terremotos 6. La Tierra por dentro	1. Observación e interpretación de ilustraciones. 2. Emisión de hipótesis a partir de situaciones y planteamientos problemáticos. 3. Realización de dibujos interpretativos a partir de fotografías sobre deformaciones de la corteza terrestre. 4. Interpretación de gráficas. 5. Resolución de problemas eligiendo razonablemente entre diversas opciones. 6. Deducción de consecuencias de un proceso a partir de una secuencia inicial. 7. Identificación de distintos tipos de deformaciones de la corteza terrestre. 8. Lectura y análisis de textos. 9. Valoración de los resultados obtenidos a partir del modelo generalizado de gradiente geotérmico en la corteza terrestre y en todo el interior de la Tierra. 10. Conocimiento e interpretación del medio físico y de su formación. 11. Búsqueda de información. 12. Deducir hechos ocultos a partir de observaciones de fenómenos naturales como terremotos y volcanes.	1. Consideración de la importancia de las relaciones extracientíficas en el desarrollo de las teorías científicas. 2. Curiosidad ante los fenómenos geológicos y sus causas. 3. Valorar los conocimientos como medio de resolución de los problemas humanos. 4. Reconocer la provisionalidad de las teorías científicas y la conveniencia de su sustitución por otras nuevas si estas permiten explicar mejor los fenómenos estudiados. 5. Colaboración y solidaridad ante las catástrofes o problemas de la comunidad. 6. Valoración crítica de los argumentos científicos. 7. Relación entre la ciencia y la vida cotidiana. 8. Búsqueda de explicaciones lógicas a los fenómenos naturales. 9. Reconocimiento del valor de los métodos indirectos para adquirir conocimientos sobre lugares o fenómenos aparentemente inalcanzables. 10. Reconocimiento de la relación de complementariedad entre distintas áreas de conocimiento en la resolución de problemas científicos.



El interior de la Tierra ha sido siempre un misterio apasionante para todas las civilizaciones. Muchas han sido las historias y leyendas que de él han surgido.

Pero, para conocer su interior, lo más adecuado y certero ha sido fijarse en las manifestaciones externas originadas por fenómenos de origen interno. Los volcanes y los terremotos, que coinciden a lo largo de las líneas que recorren todo el Planeta; algunas capas de la Tierra aparecen plegadas o fracturadas; los continentes encajan unos con otros como si fueran piezas de un rompecabezas; el peculiar relieve de los fondos oceánicos...

La interpretación de todas estas manifestaciones proporciona los conocimientos necesarios sobre el interior de la Tierra, y su repercusión en la superficie. De esta manera se puede averiguar tanto su pasado, como averiguar su futuro.

1 LOS ESTRATOS Y SUS DEFORMACIONES
2 PLIEGUES
3 FALLAS
4 VOLCANES
5 TERREMOTOS
6 LA TIERRA POR DENTRO
► RESUMEN
► ACTIVIDADES
► CIENCIA Y SOCIEDAD
La deriva continental

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Explicar la formación de los estratos e identificar los tipos de fuerzas que los pueden deformar.
- Analizar los tipos de deformaciones que pueden sufrir los estratos rocosos.
- Describir la formación de pliegues en los estratos y reconocer en un esquema los elementos que se distinguen en ellos.
- Identificar los diferentes tipos de pliegues que pueden formarse, así como sus asociaciones.
- Describir la formación de fallas en los estratos y reconocer en un esquema sus elementos.
- Reconocer los diferentes tipos de fallas e identificar las fuerzas que las originan.
- Reconocer las asociaciones de fallas y de pliegues-fallas y analizar su formación.
- Explicar la formación de volcanes y terremotos como manifestaciones de la energía interna de la Tierra.
- Describir las partes de un volcán y los diferentes tipos de productos que expulsan.
- Identificar las manifestaciones del vulcanismo atenuado.
- Reconocer en un esquema los elementos de un terremoto y explicar los tipos de ondas sísmicas que se producen.
- Analizar e interpretar gráficas que representen la velocidad de las ondas sísmicas en relación con la profundidad de la Tierra.
- Analizar los principales riesgos que ocasionan los volcanes y los terremotos.
- Valorar la importancia del método sísmico para obtener información del interior de la Tierra.
- Analizar y explicar los diferentes métodos, directos e indirectos, para estudiar el interior de la Tierra.
- Explicar la estructura de la Tierra a partir de las informaciones proporcionadas por los métodos directos e indirectos.
- Valorar la importancia que tiene para el ser humano conocer el comportamiento del interior de la Tierra para poder predecir catástrofes y evitar sus efectos devastadores.

RESUMEN

Definimos el concepto de estrato y cómo se forman. De esta manera comprenderemos mejor el origen de las deformaciones que presentan los estratos (pliegues y fallas).

Analizamos los tipos de fuerzas y las condiciones que se deben dar para que los estratos, que según su formación, son horizontales en un principio, aparezcan en la actualidad inclinados, doblados o fracturados. Se acompañan unas fotografías donde se puede ver estas estructuras.



1 Los estratos y sus deformaciones

En las excursiones al campo o durante los viajes en tren o en coche habrás podido observar que, con frecuencia, las masas rocosas que forman algunas montañas aparecen dispuestas en capas paralelas y muchas veces horizontales. Estas capas se pueden ver con facilidad si las montañas son pobres en vegetación y también en las paredes de los barrancos y en los cortes del terreno que se efectúan cuando se construyen carreteras u otras obras públicas de envergadura (Fig. 1.1).

Cada una de estas capas es un **estrato**. Los estratos se dan habitualmente en las rocas sedimentarias. La disposición horizontal que representan los estratos es una consecuencia de cómo se originan las rocas sedimentarias.

► Formación de los estratos

Estas capas de rocas, **los estratos**, se originan del siguiente modo: los materiales procedentes de la meteorización de diferentes tipos de rocas son transportados por las corrientes de agua o por el viento, desde las zonas altas hasta las de cota más baja, generalmente mares y lagos donde los depositan. Este depósito o **sedimento** va formando, poco a poco, capas más o menos horizontales que sufren un proceso de compactación y cementación que denominamos **diagénesis**, y que da lugar a los estratos de rocas sedimentarias (Fig. 1.2).

La separación entre dos estratos se llama **plano de estratificación** y nos indica que la estratificación se interrumpió, porque los nuevos materiales que se sedimentan sobre los anteriores son de distinto tamaño o composición. De esta manera se pueden formar estratos a partir de materiales arcillosos, arenosos, calcáreos...

Fig. 1.1 En cada estrato encontramos un **techo** o un plano superior del estrato y un **muro** o plano inferior del mismo. La distancia entre techo y muro es la **potencia** del estrato.

Fig. 1.2 Depósito de sedimentos y formación de estratos.

128

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Adquiere terminología sobre la formación de los estratos y los tipos de fuerzas y deformaciones que tienen lugar en ellos.	Texto
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Construye un discurso de texto donde argumenta el proceso de formación de los estratos.	Actividades A
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Analiza e interpreta las fotografías sobre los estratos según el tipo de deformación que en ellos se observa.	Fíjate a, b
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza e interpreta la información que proporciona el texto y las figuras sobre la formación de los estratos.	Actividades A, B, C
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Se formula preguntas sobre las fuerzas y el tipo de deformaciones que originan.	Actividades D



Deformación de los estratos

Como hemos visto, el depósito de los sedimentos en capas horizontales, generalmente bajo el agua, conduce a la formación de estratos rocosos horizontales. Cuando estas rocas aparecen en la superficie terrestre, pueden mostrar esa disposición. Sin embargo, con bastante frecuencia, los estratos rocosos aparecen inclinados, plegados, fracturados e incluso desplazados considerablemente unos de otros.

El origen de las fuerzas que son capaces de variar la disposición horizontal de los estratos hay que buscarlo en el interior de la Tierra.

Son las **fuerzas tectónicas** que mediante el choque, separación o rozamiento de placas provocan el plegamiento o ruptura de los estratos.

Un análisis cuidadoso de estas deformaciones puede permitirnos reconstruir la historia geológica de estas rocas y, por extensión, la de la región en donde aparecen.

Tipos de fuerzas y de deformaciones

Las fuerzas que son capaces de deformar los estratos rocosos pueden ser de tres tipos: de **compresión** (convergentes), de **tracción** (divergentes) y de **cizallamiento** (parecido al efecto que realizan las tijeras o cizallas)

Los tipos de deformaciones que pueden sufrir las rocas y otros materiales al aplicarles estas fuerzas pueden ser de tres tipos: **elástica** (como una goma), **plástica** (como la arcilla húmeda o la plastilina) y **clástica** (cuando los materiales se rompen).

En realidad, el mismo material puede comportarse como elástico, como plástico o como rígido según las condiciones físicas en las que se encuentre y también según la fuerza que actúe sobre él y el tiempo durante el cual ejerza su acción.

Los tipos de deformaciones que analizaremos en este tema son las que permanecen, o sea, las plásticas y las clásticas.

Actividades

A Explica cómo se habrán formado tres estratos superpuestos como los de la figura 1.2. cuyo orden de superposición sea: el estrato inferior de gravilla, el intermedio de arena y el superior de arcilla.

B De los tres estratos mencionados anteriormente, ¿qué estrato es el más antiguo y cuál el más moderno? Razona la respuesta.

C ¿Por qué los estratos cuando se forman tienen una disposición horizontal?

D ¿Qué tipo de deformación habrá sufrido un material que después de cesar la fuerza que lo deformó vuelve a su forma inicial? ¿Y si al deformarlo se rompe? ¿Y si después de cesar la fuerza, se queda deformado sin romperse?

Fíjate

Fig. 1.3

Disposición de los estratos.
a) ¿Cómo son las fuerzas que han provocado que los estratos se plieguen?
b) ¿Qué tipo de deformaciones han tenido los estratos plegados y los fallados?

SOLUCIONARIO

Fíjate

Disposición de los estratos.

a. ¿Cómo son las fuerzas que han provocado que los estratos se plieguen?

a. En la fotografía a, las fuerzas son de tracción o divergentes. En los otros tres casos han actuado fuerzas de compresión o convergentes.

b. ¿Qué tipo de deformaciones han tenido los estratos plegados y los fallados?

b. Los estratos de la fotografía a, están fallados, por lo tanto las deformaciones son clásticas. En el caso de los estratos b y d, no se aprecian en ellos pliegues o fallas, pero como están inclinados es de suponer que forman parte de grandes pliegues, por lo tanto serán deformaciones plásticas. Aunque también podría formar parte de grandes estructuras falladas. En el caso de la fotografía c, se aprecia claramente los estratos plegados, por lo tanto es una deformación plástica.

Actividades

A. Explica cómo se habrán formado tres estratos superpuestos como los de la figura 1.2. cuyo orden de superposición sea: el estrato inferior de gravilla, el intermedio de arena, y el superior de arcilla.

Sin entrar en explicaciones basadas en fenómenos de transgresión y regresión marina, que no se han tratado, la respuesta estará basada en los contenidos explicados en el texto.

Los materiales procedentes de la meteorización de las rocas son transportados por las corrientes de agua desde las zonas altas hasta los mares y lagos donde se depositan. En este caso primero se habrán depositado los materiales del tamaño de la gravilla, a continuación los de arena y en último lugar los de arcilla, dando lugar a dicha estratificación.

B. De los tres estratos mencionados anteriormente, ¿qué estrato es el más antiguo y cuál el más moderno? Razona la respuesta.

El estrato más antiguo es el primero en depositarse, en este caso el de gravilla. El más moderno será el superior, el de arcilla.

C. ¿Por qué los estratos cuando se forman tienen una disposición horizontal?

La disposición horizontal de los estratos es consecuencia de su deposito bajo del agua.

D. ¿Qué tipo de deformación habrá sufrido un material que después de cesar la fuerza que lo deformó vuelve a su forma inicial? ¿Y si al deformarlo se rompe? ¿Y si después de cesar la fuerza, se queda deformado sin romperse?

En el primer caso se trata de una deformación elástica. En el segundo caso es una deformación clástica. Y en el tercer caso es una deformación plástica.

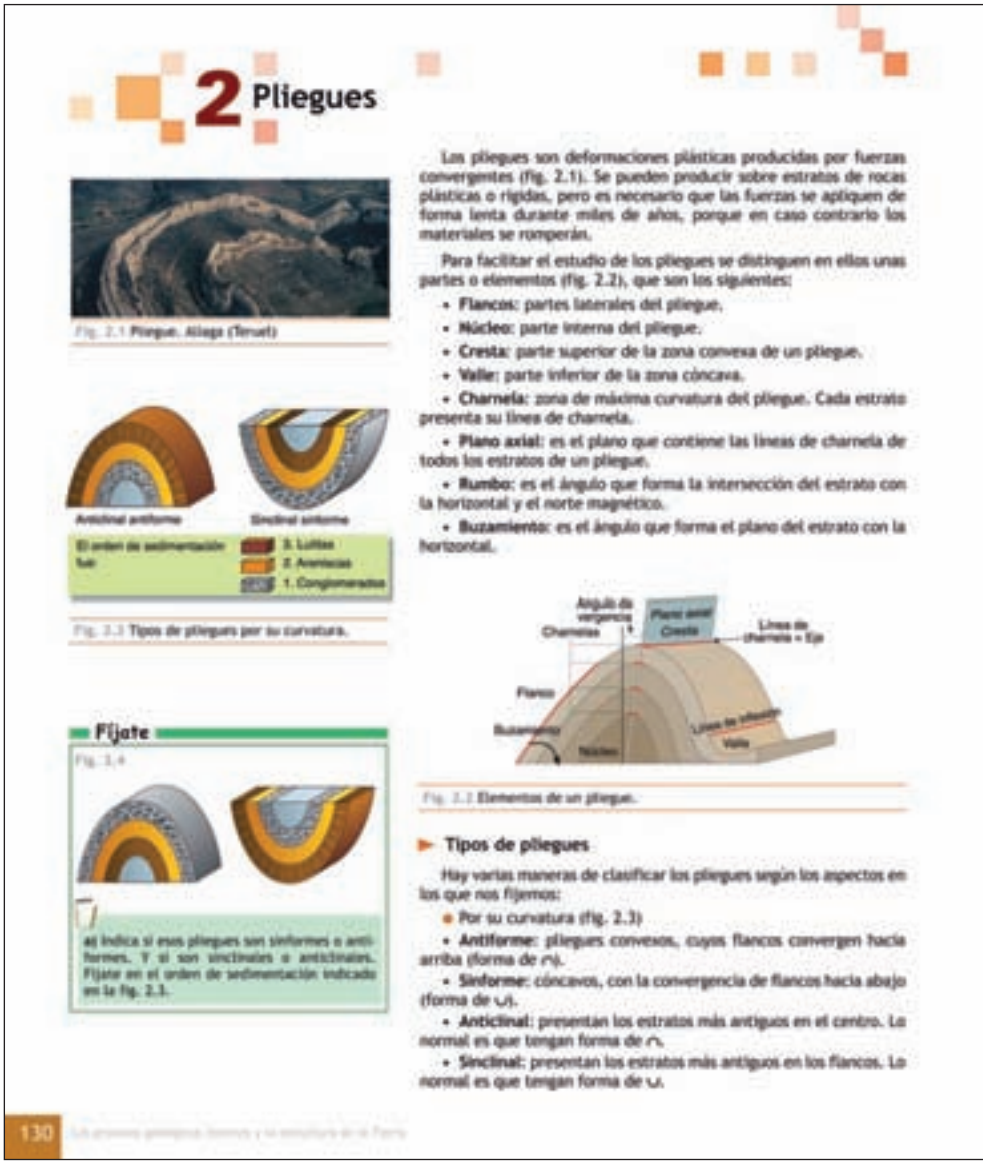
RESUMEN

Aquí tratamos las deformaciones llamadas pliegues indicando las condiciones que deben de existir para que las capas de rocas se plieguen.

Para una mejor comprensión de estas estructuras se analiza su estructura y sus partes, nombrándolas y definiéndolas.

A continuación se describen los tipos de pliegues, que por su curvatura, inclinación o por su forma, se pueden dar. Todos estos tipos se definen brevemente y se acompañan de dibujos para facilitar su comprensión.

Por último podemos ver que los pliegues pueden ir asociados, es decir un macropliegue puede contener otros pliegues más pequeños.



2 Pliegues

Los pliegues son deformaciones plásticas producidas por fuerzas convergentes (fig. 2.1). Se pueden producir sobre estratos de rocas plásticas o rígidas, pero es necesario que las fuerzas se apliquen de forma lenta durante miles de años, porque en caso contrario los materiales se romperán.

Para facilitar el estudio de los pliegues se distinguen en ellos unas partes o elementos (fig. 2.2), que son los siguientes:

- **Flancos:** partes laterales del pliegue.
- **Núcleo:** parte interna del pliegue.
- **Cresta:** parte superior de la zona convexa de un pliegue.
- **Valle:** parte inferior de la zona cóncava.
- **Charnela:** zona de máxima curvatura del pliegue. Cada estrato presenta su línea de charnela.
- **Plano axial:** es el plano que contiene las líneas de charnela de todos los estratos de un pliegue.
- **Rumbo:** es el ángulo que forma la intersección del estrato con la horizontal y el norte magnético.
- **Buzamiento:** es el ángulo que forma el plano del estrato con la horizontal.

Fíjate

Tipos de pliegues

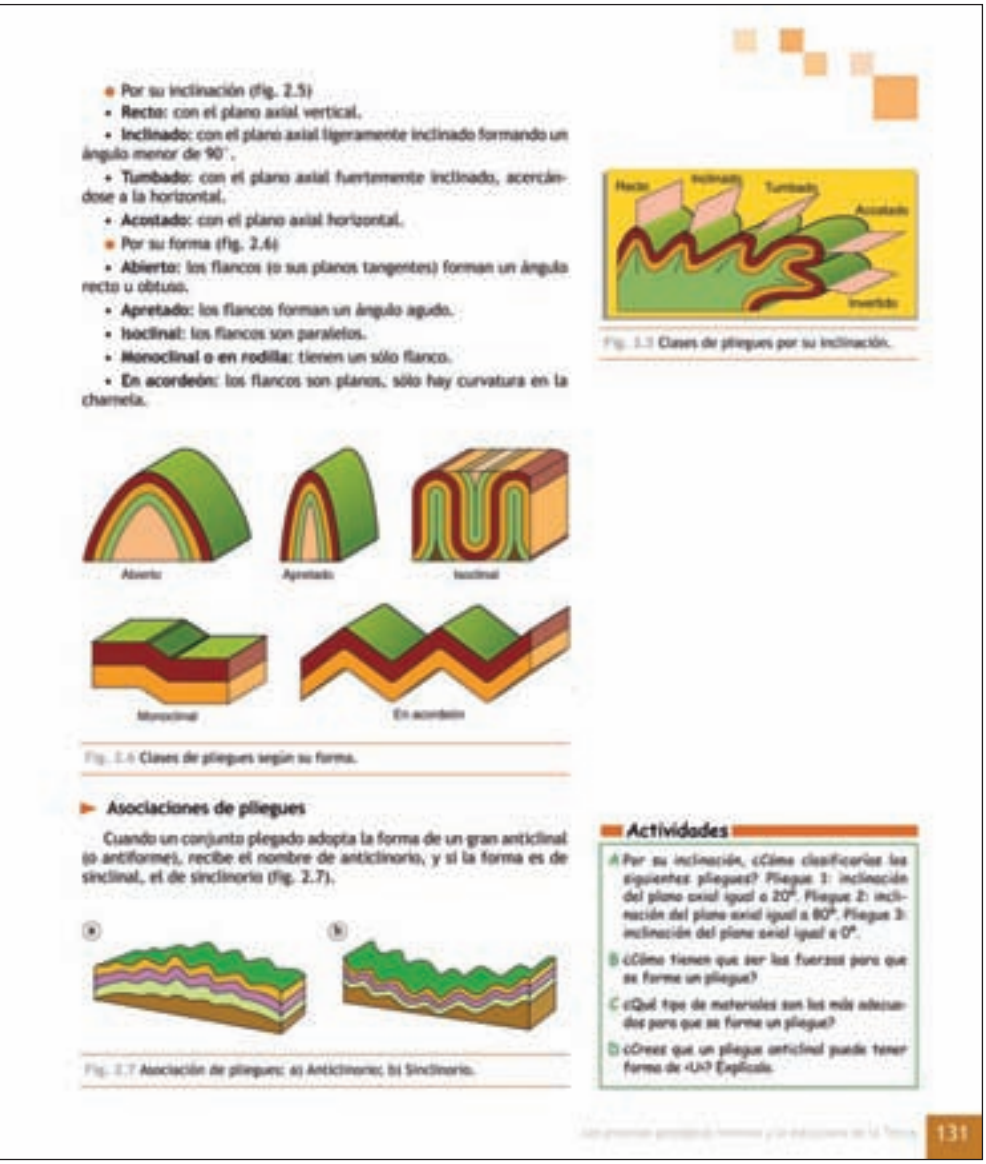
Hay varias maneras de clasificar los pliegues según los aspectos en los que nos fijemos:

- Por su curvatura (fig. 2.3)
  - **Antiforme:** pliegues convexos, cuyos flancos convergen hacia arriba (forma de ∩).
  - **Sinforme:** cóncavos, con la convergencia de flancos hacia abajo (forma de ∪).
  - **Anticlinal:** presentan los estratos más antiguos en el centro. Lo normal es que tengan forma de ∩.
  - **Sinclinal:** presentan los estratos más antiguos en los flancos. Lo normal es que tengan forma de ∪.

130

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Adquiere terminología sobre la estructura de los pliegues y sobre los tipos de pliegues que se pueden originar.	Texto
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.5. Integrar el conocimiento matemático con el conocimiento del medio natural.	Relaciona los tipos de pliegues con los ángulos que forma el plano axial con la horizontal.	Actividades A
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Analiza e interpreta las figuras de los pliegues para determinar de qué tipo se trata.	Fíjate
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza e interpreta la información que proporciona el texto y las figuras sobre los tipos de pliegues.	Actividades A, B, C, D
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Se formula preguntas sobre las fuerzas y el tipo de deformaciones que originan.	Fíjate



- Por su inclinación (fig. 2.5)
  - **Recto:** con el plano axial vertical.
  - **Inclinado:** con el plano axial ligeramente inclinado formando un ángulo menor de 90°.
  - **Tumbado:** con el plano axial fuertemente inclinado, acercándose a la horizontal.
  - **Acostado:** con el plano axial horizontal.
- Por su forma (fig. 2.6)
  - **Abierto:** los flancos (o sus planos tangentes) forman un ángulo recto u obtuso.
  - **Apretado:** los flancos forman un ángulo agudo.
  - **Isoclinal:** los flancos son paralelos.
  - **Monoclinal o en rodilla:** tienen un sólo flanco.
  - **En acordeón:** los flancos son planos, sólo hay curvatura en la charnela.

Fig. 2.5 Clases de pliegues por su inclinación.

Fig. 2.6 Clases de pliegues según su forma.

Asociaciones de pliegues

Cuando un conjunto plegado adopta la forma de un gran anticlinal (o antiforme), recibe el nombre de anticlinorio, y si la forma es de sinclinal, el de sinclinorio (fig. 2.7).

Fig. 2.7 Asociación de pliegues: a) Anticlinorio; b) Sinclinorio.

Actividades

A Por su inclinación, ¿Cómo clasificarías los siguientes pliegues? Pliegue 1: inclinación del plano axial igual a 20°. Pliegue 2: inclinación del plano axial igual a 80°. Pliegue 3: inclinación del plano axial igual a 0°.

B ¿Cómo tienen que ser las fuerzas para que se forme un pliegue?

C ¿Qué tipo de materiales son los más adecuados para que se forme un pliegue?

D ¿Crees que un pliegue anticlinal puede tener forma de <U>? Explícalo.

131

SOLUCIONARIO

Fíjate

a) Indica si esos pliegues son sinformes o antiformes. Y si son sinclinales o anticlinales. Fíjate en el orden de sedimentación indicado en la fig. 2.3.

El primero es antiforme y sinclinal. El segundo es sinforme y anticlinal.

Actividades

A. Por su inclinación, ¿cómo clasificarías los siguientes pliegues?: Pliegue1: inclinación del plano axial igual a 20 °. Pliegue 2: inclinación del plano axial igual a 80 °. Pliegue 3: inclinación del plano axial igual a 0 °.

Pliegue 1 tumbado, pliegue 2 inclinado y pliegue 3 acostado.

B. ¿Cómo tienen que ser las fuerzas para que se forme un pliegue?

Las fuerzas se han de aplicar lenta y constantemente durante miles de años.

C. ¿Qué tipo de materiales son los más adecuados para que se forme un pliegue?

Materiales plásticos.

D. ¿Crees que un pliegue anticlinal puede tener forma de U ? Explícalo.

Sí, en los casos, poco frecuentes, en los que sea un anticlinal sinforme.

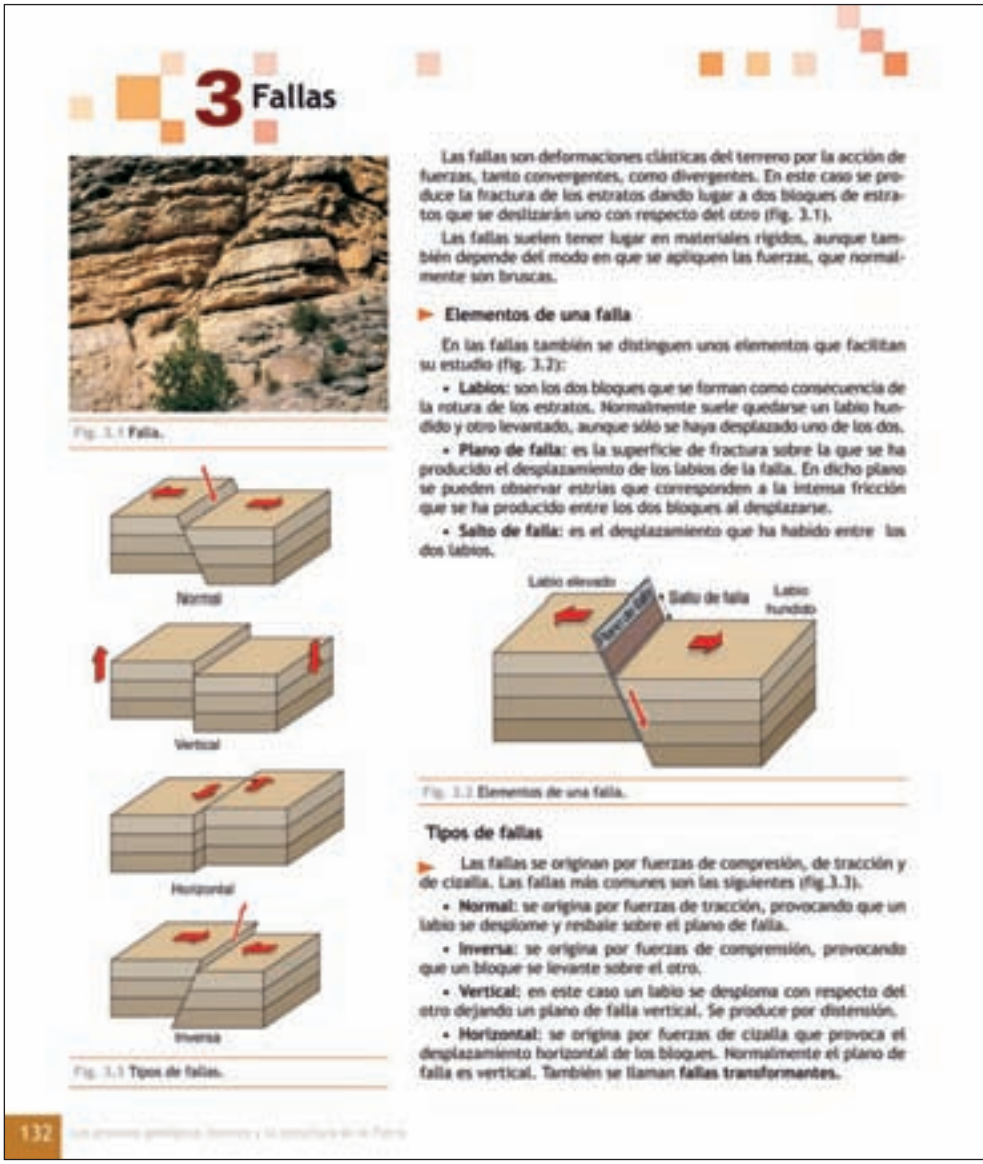
RESUMEN

Al igual que en el apartado anterior, aquí analizamos las otras estructuras que se forman como consecuencia de la deformación de los estratos, las fallas. Indicamos las condiciones que deben de darse para que las capas de rocas en lugar de plegarse, se fracturen y den lugar a fallas.

También analizamos su estructura y sus partes, nombrándolas y definiéndolas.

A continuación se describen los tipos de fallas que se pueden dar y las causas de las que va a depender que se forme un tipo de falla u otro. También se acompañan de dibujos que van a facilitar la comprensión de lo explicado al alumnado.

Por último podemos ver como las fallas pueden ir asociadas entre ellas y dar lugar a fosas o macizos tectónicos. También podemos ver cómo se pueden producir asociaciones entre pliegues y fallas.



3 Fallas

Las fallas son deformaciones clásticas del terreno por la acción de fuerzas, tanto convergentes, como divergentes. En este caso se produce la fractura de los estratos dando lugar a dos bloques de estratos que se deslizarán uno con respecto del otro (fig. 3.1).

Las fallas suelen tener lugar en materiales rígidos, aunque también depende del modo en que se apliquen las fuerzas, que normalmente son bruscas.

Elementos de una falla

En las fallas también se distinguen unos elementos que facilitan su estudio (fig. 3.2):

- **Labios:** son los dos bloques que se forman como consecuencia de la rotura de los estratos. Normalmente suele quedarse un labio hundido y otro levantado, aunque sólo se haya desplazado uno de los dos.
- **Plano de falla:** es la superficie de fractura sobre la que se ha producido el desplazamiento de los labios de la falla. En dicho plano se pueden observar estrías que corresponden a la intensa fricción que se ha producido entre los dos bloques al desplazarse.
- **Salto de falla:** es el desplazamiento que ha habido entre los dos labios.

Fig. 3.1 Falla.

Labio elevado · Salto de falla · Labio hundido

Fig. 3.2 Elementos de una falla.

Tipos de fallas

Las fallas se originan por fuerzas de compresión, de tracción y de cizalla. Las fallas más comunes son las siguientes (fig.3.3).

- **Normal:** se origina por fuerzas de tracción, provocando que un labio se desplome y resbale sobre el plano de falla.
- **Inversa:** se origina por fuerzas de compresión, provocando que un bloque se levante sobre el otro.
- **Vertical:** en este caso un labio se desploma con respecto del otro dejando un plano de falla vertical. Se produce por distensión.
- **Horizontal:** se origina por fuerzas de cizalla que provoca el desplazamiento horizontal de los bloques. Normalmente el plano de falla es vertical. También se llaman **fallas transformantes.**

Normal · Vertical · Horizontal · Inversa

Fig. 3.3 Tipos de fallas.

132

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Adquiere terminología sobre las fallas, sus componentes y los tipos que se pueden formar según el tipo de fuerzas que las origina.	Texto
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Construye un discurso de texto donde argumenta el proceso de formación de los cabalgamientos.	Actividades B
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza e interpreta la información que proporciona el texto y las figuras sobre las fallas.	Actividades A, C, D, E
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Se formula preguntas sobre el tipo de falla que se observa en la fotografía.	Fíjate a, b



Un caso particular de las fallas inversas son los llamados **cabalgamientos**, cuyos planos de falla se encuentran muy inclinados, por lo que los niveles inferiores, más antiguos, se sitúan sobre los superiores o modernos, y se invierte el orden estratigráfico (fig. 3.5).

Fig. 3.5 a) Estratos sin fracturar; b) Formación de un cabalgamiento.

Asociaciones de fallas

Al igual que ocurre con los pliegues también se dan los casos en los que se presentan varias fallas conjuntamente (fig. 3.6):

- **Fosa tectónica:** es una depresión del terreno formada por un sistema de fallas normales que se han originado como consecuencia de fuerzas de tracción.
- **Macizo tectónico:** es un conjunto de fallas que dejan un bloque central elevado y el resto desciende hacia los lados.

Existen también combinaciones de pliegues y fallas, cuando los flancos de los pliegues no pueden soportar el estiramiento a que son sometidos, y al rebasarse su límite de plasticidad se produce la rotura, y se forman lo que se llama un **pliegue-falla**. Si el plano de falla es horizontal y hay capas muy plásticas, el desplazamiento puede llegar a ser de hasta decenas de kilómetros, dando lugar a los **mantos de corrimiento**, frecuentes en las Cordilleras Béticas y en los Alpes (fig. 3.7).

Actividades

A. Los planos de falla suelen presentar estrías, ¿a qué se debe?

B. ¿Cómo se forma un cabalgamiento?

C. ¿Qué estructura se originaría si las fuerzas que dan lugar a las fallas inversas deformaran los materiales sin romperlos?

D. ¿A qué tipo de falla corresponde la falla de San Andrés?

E. Muchas veces cuando se está formando un pliegue los materiales no aguantan y se rompen dando lugar a fallas (asociaciones de pliegues-falla). ¿De qué tipo serán estas fallas? Razónalo.

Fíjate

Fig. 3.6

a) ¿Qué tipo de falla muestra la figura?
b) ¿Cómo son las fuerzas que la han originado?

Fig. 3.6 Asociaciones de fallas: a) Fosa tectónica; b) Macizo tectónico.

Fig. 3.7 Manto de corrimiento.

133

SOLUCIONARIO

Fíjate

a. ¿Qué tipo de falla muestra la figura?

Es una falla inversa originada por fuerzas de compresión en la que se puede apreciar como el labio elevado se desplaza sobre el plano de falla.

b. ¿Cómo son las fuerzas que la han originado?

Fuerzas convergentes o de compresión.

Actividades

A. Los planos de falla suelen presentar estrías, ¿a qué se debe?

Las estrías se originan debido al fuerte rozamiento del labio de falla que se desplaza sobre el plano de falla.

B. ¿Cómo se forma un cabalgamiento?

Un cabalgamiento es una falla inversa cuyo plano de falla está muy inclinado y el labio que se desplaza lo hace durante muchos metros, por lo que los estrato inferiores de este labio (más antiguos) se sitúan sobre los estratos superiores (más modernos) del labio hundido.

C. ¿Qué estructura se originaría si las fuerzas que dan lugar a las fallas inversas, deformaran los materiales sin romperlos?

Se originaría un pliegue.

D. ¿A qué tipo de falla corresponde la falla de San Andrés?

La falla de San Andrés corresponde a una falla horizontal.

E. Muchas veces cuando se está formando un pliegue los materiales no aguantan y se rompen dando lugar a fallas (asociaciones de pliegues-falla). ¿De qué tipo serán estas fallas? Razónalo.

Fallas inversas, ya que se producen por fuerzas de compresión.

RESUMEN

En este apartado tratamos otro fenómeno espectacular que afecta a la superficie terrestre, pero que su origen está en el interior de la Tierra, los volcanes.

Explicamos cómo se forman los volcanes, así como su estructura y la definición de sus partes. También podemos ver los tipos de productos que los volcanes expulsan al exterior.

Analizamos otras manifestaciones relacionadas con el vulcanismo, que aunque no son tan espectaculares, también tienen su origen en el interior.

Por último comprobaremos como los volcanes tienen una importante repercusión sobre la humanidad, ya que puede provocar grandes catástrofes como las que podemos ver en el texto.



4 Volcanes

Los volcanes se producen en aquellas zonas en las que, a través de fracturas de la litosfera, salen materiales fundidos o **magmas**. Son manifestaciones externas de la actividad interna de la Tierra.

Emisiones volcánicas

Los volcanes emiten **productos sólidos, líquidos y gaseosos.**

El producto más característico es la **lava** que proviene directamente de los magmas del interior de la Tierra. Está claro que la lava puede proceder de zonas situadas a distinta profundidad. No obstante, es un material que nos puede informar sobre algunas características del interior de la Tierra. La temperatura a la que sale la lava, su composición química, la presencia de gases disueltos y otros aspectos, pueden aportar datos sobre la constitución de nuestro planeta.

La lava, por otra parte, al enfriarse cuando sale a la superficie construye el propio volcán.

Hay distintas clases de lavas. Las lavas básicas son oscuras y fluidas, y se emiten a temperaturas muy elevadas, de 1200 °C. Las lavas ácidas suelen ser claras y viscosas y salen a temperaturas inferiores.

Los volcanes también expulsan productos sólidos que se clasifican según su tamaño en **cenizas, lapilli y bombas volcánicas.** En la erupción de junio de 1991 el volcán Pinatubo, en las Filipinas, arrojó miles de toneladas de cenizas que taparon el sol durante varios días.

Por lo que respecta a los gases, el más abundante es el **vapor de agua**, pero también expulsa otros como el **dióxido de carbono** y el **ácido sulfúrico.**

Muchas veces, los desastres se producen por la emisión de nubes incandescentes de gases y cenizas volcánicas, como en el caso del Mont Pelée en la Martinica.

Manifestaciones del vulcanismo atenuado

Las erupciones volcánicas no son las únicas manifestaciones del vulcanismo. Las formas más importantes del vulcanismo atenuado son:

Las **mofetas:** emisiones de dióxido de carbono a temperatura ordinaria. En España hay mofetas en Olot (Gerona) y en Calatrava (Ciudad Real).

Las **fumarolas:** emisiones de vapor de agua y gases sulfurosos.

Las **fuentes termales:** manantiales de agua caliente con sales. Muchas veces se las utiliza con fines medicinales. Entre ellas se encuentran las de Caldes de Malavella (Gerona) y las termas de Archena y Fortuna (Murcia).

Los **geiseres:** emisiones intermitentes de vapor de agua.

Fig. 4.1 Partes de un volcán.

Cenizas: polvo volcánica que puede ascender a varios kilómetros de altura y desplazarse centenares de kilómetros.

Lapilli: gravilla volcánica cuyo tamaño oscila alrededor del centímetro.

Bombas volcánicas: de varios centímetros de diámetro y que corresponden a materiales de las paredes del conducto de salida que el magma arranca y expulsa al exterior.

Fig. 4.2 Géiser de Yellowstone (EE.UU.). Emite una columna de vapor de agua cada 65 minutos.

134

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado sobre los volcanes, sus componentes y los productos que expulsan.	Texto
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Construye un discurso de texto donde argumenta la información que proporcionan los volcanes del interior de la Tierra.	Actividades C
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza e interpreta la información que proporciona el texto y las figuras sobre los volcanes y las manifestaciones del vulcanismo atenuado.	Actividades B, D
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Se formula preguntas sobre el origen de los volcanes.	Actividades A, C
V. COMPETENCIA SOCIAL Y CIUDADANA	V.4. Valorar el papel de la ciencia en la preparación de futuros ciudadanos de una sociedad democrática para su participación activa en la toma fundamentada de decisiones.	Se valoran los principales riesgos que ocasionan los volcanes para de esta manera se tomen las decisiones adecuadas para minimizar los riegos sobre la población.	Actividades E, F



Riesgos volcánicos

Son muchas las catástrofes provocadas por los volcanes a lo largo de la historia, algunas de las cuales (las más recientes) tienen registro gráfico.

Aunque la lava es el producto más espectacular expulsado por los volcanes, no suele causar pérdidas humanas. Uno de los mayores riesgos los provocan las explosiones ocasionadas por la acumulación de gran cantidad de gases en el magma. Otro riesgo muy importante son las nubes ardientes, formadas por gases a elevada temperatura que llevan en suspensión una masa densa de cenizas.

En el año 79 de nuestra era las nubes ardientes emitidas por el Vesubio en Italia arrasó dos ciudades romanas, Pompeya y Herculano. En Pompeya murieron más de 2000 personas.

En 1902 una nube ardiente emitida por el volcán Mont Pelée de la Martinica destruyó la ciudad de Saint Pierre, causando 29000 víctimas.

Más recientemente, en 1980 el volcán Saint Helens en Estados Unidos explotó en su ladera norte provocando una avalancha que redujo 400 metros su cima. La explosión también originó una nube de gases y ceniza que causó la muerte de 57 personas y arrasó más de 500 km^2 de bosque (Fig.4.3).

En 1989, el volcán Galeras, situado al oeste de Colombia, entró de repente en erupción violenta el 15 de enero, causando la muerte de catorce miembros del Congreso Internacional de Vulcanología que habían bajado al cráter para coger muestras.

Zafferana, un pueblo de Sicilia de 7 000 habitantes vivió de enero a mayo del 1992 bajo amenaza de ser arrasado por los 800 000 m^3 de lava que emitía al día el volcán Etna.

En España se encuentran diversas manifestaciones volcánicas, aunque la principal zona volcánica son las islas Canarias. Este archipiélago tiene su origen en volcanes submarinos que hace 30 millones de años crecieron en el fondo oceánico hasta llegar a salir a la superficie y constituir el conjunto de islas actual. La erupción más reciente es la del volcán Teneguía en 1971 en la Palma.

En el resto de España la zona más representativa se encuentra en la Garrotxa (Gerona) y en el Campo de Calatrava (Ciudad Real).

Actividades

A ¿Qué diferencia hay entre magma y lava?

B ¿Cómo se llaman los productos sólidos que expulsan los volcanes? ¿Qué criterio se utiliza para diferenciarlos?

C ¿Qué información nos dan los volcanes del interior de la Tierra?

D Define mofeta y geiser. ¿Qué diferencias existen entre ellos?

E ¿Cuáles son los principales riesgos que ocasionan los volcanes?

F ¿Qué fue lo que causó tantos muertes en las erupciones volcánicas del Vesubio (año 79) y del Mont Pelée (1902).

Fig. 4.3 Volcán de Sant Helens. a) Abril de 1980. b) Erupción el 18 de mayo de 1980. c) Junio de 1980.

Fig. 4.4 El Teide (Tenerife).

135

SOLUCIONARIO

Actividades

A. ¿Qué diferencia hay entre magma y lava?

El magma es roca fundida que presenta gran cantidad de gases disueltos a presión elevada y que se encuentra en el interior de la Tierra. Se habla de lava cuando el magma sale al exterior. La lava presenta menor cantidad de gases disueltos, ya que al salir a la superficie estos pasan rápidamente a la atmósfera.

B. ¿Cómo se llaman los productos sólidos que expulsan los volcanes? ¿Qué criterio se utiliza para diferenciarlos?

Los volcanes, como productos sólidos expulsan: cenizas, lapilli y bombas volcánicas. El criterio que se utiliza para clasificarlos es el tamaño, siendo las cenizas del tamaño de la arcilla, el lapilli del tamaño de la gravilla y las bombas volcánicas los de mayor tamaño.

C. ¿Qué información nos dan los volcanes del interior de la Tierra?

Los volcanes informan sobre la temperatura del interior terrestre, así como de su composición química. También son indicativos de que dicha zona es una zona inestable del Planeta.

D.Define mofeta y géiser. ¿Qué diferencias existen entre ellos?

Las mofetas son emisiones de dióxido de carbono a temperatura ordinaria. Los géiseres son emisiones intermitentes de vapor de agua. Las diferencias son el tipo de sustancia emitida, la regularidad con que se emiten y la temperatura.

E. ¿Cuáles son los principales riesgos que ocasionan los volcanes?

Los principales riesgos de los volcanes son las nubes ardientes, las explosiones ocasionadas por la acumulación de gran cantidad de gases en el magma y, en menor medida, la expulsión de lava.

F. ¿Qué fue lo que causó tantos muertos en las erupciones volcánicas del Vesubio (año 79) y del Mont Pelée (1902)?

Las nubes de gases ardientes.

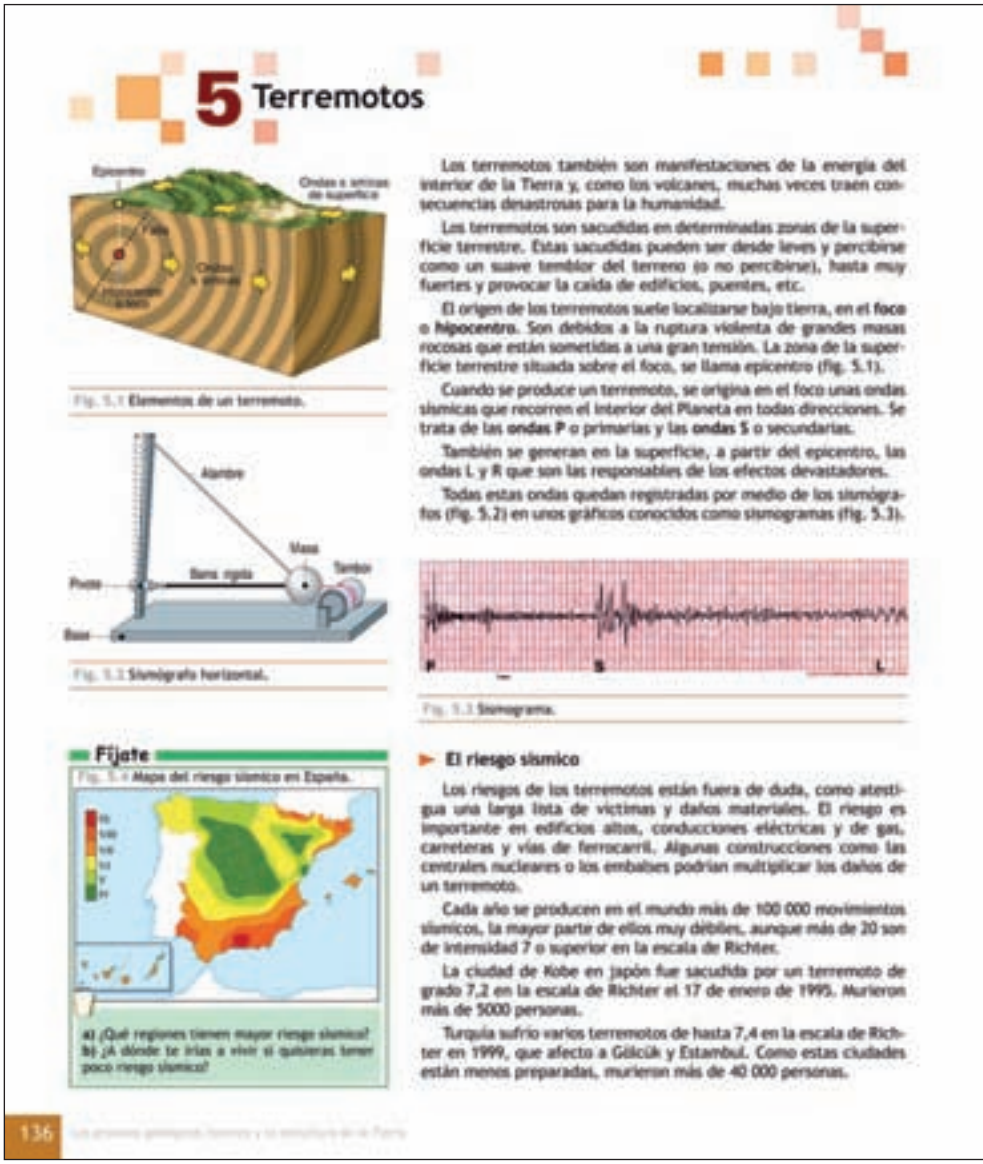
RESUMEN

Los terremotos, otro fenómeno espectacular que afecta a la superficie terrestre y cuyo origen también reside en el interior de la Tierra.

Analizaremos el origen de los movimientos sísmicos y las ondas que producen, las cuales se quedan registradas en los sismógrafos.

Comprobaremos cómo estos fenómenos han afectado a la humanidad desde su origen, causando graves consecuencias.

Y lo que es más importante para el objeto de estudio de este tema. Los movimientos sísmicos son los fenómenos que mayor información nos han aportado sobre el origen de la Tierra.



5 Terremotos

Los terremotos también son manifestaciones de la energía del interior de la Tierra y, como los volcanes, muchas veces traen consecuencias desastrosas para la humanidad.

Los terremotos son sacudidas en determinadas zonas de la superficie terrestre. Estas sacudidas pueden ser desde leves y percibirse como un suave temblor del terreno (o no percibirse), hasta muy fuertes y provocar la caída de edificios, puentes, etc.

El origen de los terremotos suele localizarse bajo tierra, en el **foco** o **hipocentro**. Son debidos a la ruptura violenta de grandes masas rocosas que están sometidas a una gran tensión. La zona de la superficie terrestre situada sobre el foco, se llama epicentro (fig. 5.1).

Cuando se produce un terremoto, se origina en el foco unas ondas sísmicas que recorren el interior del Planeta en todas direcciones. Se trata de las **ondas P** o primarias y las **ondas S** o secundarias.

También se generan en la superficie, a partir del epicentro, las ondas L y R que son las responsables de los efectos devastadores.

Todas estas ondas quedan registradas por medio de los sismógrafos (fig. 5.2) en unos gráficos conocidos como sismogramas (fig. 5.3).

Fig. 5.1 Elementos de un terremoto.

Fig. 5.2 Sismógrafo horizontal.

Fig. 5.3 Sismograma.

Fijate

Fig. 5.4 Mapa del riesgo sísmico en España.

a) ¿Qué regiones tienen mayor riesgo sísmico?
b) ¿A dónde te irías a vivir si quisieras tener poco riesgo sísmico?

► El riesgo sísmico

Los riesgos de los terremotos están fuera de duda, como atestigua una larga lista de víctimas y daños materiales. El riesgo es importante en edificios altos, conducciones eléctricas y de gas, carreteras y vías de ferrocarril. Algunas construcciones como las centrales nucleares o los embalses podrían multiplicar los daños de un terremoto.

Cada año se producen en el mundo más de 100 000 movimientos sísmicos, la mayor parte de ellos muy débiles, aunque más de 20 son de intensidad 7 o superior en la escala de Richter.

La ciudad de Kobe en Japón fue sacudida por un terremoto de grado 7,2 en la escala de Richter el 17 de enero de 1995. Murieron más de 5000 personas.

Turquía sufrió varios terremotos de hasta 7,4 en la escala de Richter en 1999, que afectó a Gölcük y Estambul. Como estas ciudades están menos preparadas, murieron más de 40 000 personas.

136

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6.Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utiliza el vocabulario adecuado
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible.	Se utilizan gráficas para representar los registros proporcionados por
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Analiza e interpreta las gráficas deducir el estado del interior terrestre.
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza e interpreta la información los terremotos.
	III.5. Analizar los fenómenos físicos y aplicar el pensamiento científico- técnico para interpretar, predecir y tomar decisiones con iniciativa y autonomía personal.	Analiza los posibles riesgos sísmicos las zonas más seguras.
V. COMPETENCIA SOCIAL Y CIUDADANA	2. V.4. Valorar el papel de la ciencia en la preparación de futuros ciudadanos de una sociedad democrática para su participación activa en la toma fundamentada de decisiones.	Se valoran los principales riesgos riesgos a los que está sometida decisiones adecuadas para



¿Qué nos dicen los terremotos?

El método sísmico es el que ha aportado más información sobre el interior de la Tierra. En teoría es muy fácil, se da un "golpe" en la superficie del planeta y se escucha con atención la transmisión del sonido para saber que hay en su interior.

Para golpear la superficie de la Tierra pueden utilizarse explosivos -a veces se hace-, pero en general resulta mucho más sencillo aprovechar los miles de terremotos que se producen al cabo del año. Cada uno de ellos es como una detonación que puede ser útil para conocer el interior terrestre. Hace falta también buenos sismógrafos capaces de detectar y registrar todos los movimientos sísmicos, por débiles que sean. Estos aparatos se encuentran en observatorios sísmicos repartidos por toda la superficie terrestre.

Como hemos visto cuando se produce un terremoto se originan en el hipocentro las ondas P y S. Las ondas P o primarias son más rápidas, por lo tanto llegan antes a los sismógrafos, y son capaces de transmitirse por sólidos y por líquidos. Las ondas S o secundarias son más lentas, por lo tanto se registran después, y sólo son capaces de transmitirse por los sólidos, ya que cuando llegan a un medio líquido desaparecen.

Se sabe que la velocidad de las ondas sísmicas depende del tipo de material que atraviesan, en especial del estado físico (sólido o líquido), de la rigidez y de la densidad.

También se sabe que las ondas cuando pasan de un tipo de material a otro, varían bruscamente su velocidad (puede aumentar o disminuir de repente) y su dirección.

Las ondas P y S que se generan cuando se produce un movimiento sísmico, se transmiten por el interior, hasta que llegan a la superficie terrestre y quedan registradas en multitud de sismógrafos repartidos por toda Tierra. Como se sabe el instante exacto en el que se ha originado y el instante en el que se registra en el sismograma, se puede construir la gráfica de las velocidades que presentan las ondas sísmicas por el interior de la Tierra.

Cuando en la gráfica de la velocidad aparecen cambios bruscos de velocidad, significa que las ondas sísmicas han pasado de un tipo de material a otro, es decir, han pasado de una capa a otra. El límite entre dos capas del interior de la Tierra se llama **discontinuidad** (Fig.5.5). Como se puede ver las ondas sísmicas nos proporcionan una valiosa información del interior de la Tierra.

Fig. 5.5 a) Gráfica de la velocidad de las ondas P y S a medida que se dirigen desde la superficie hacia el interior de la Tierra. b) Esta gráfica corresponde a la ampliación de la velocidad de las hondas S que presenta la gráfica a sus primeros 900 km de profundidad.

Vocabulario

Tsunami, olas gigantescas (de varios metros de altura) que se suelen originar por terremotos que tienen lugar en el mar.

Actividades

A ¿De dónde proviene la energía necesaria para producir un terremoto?

B Si los terremotos de Japón de 1995 y el de Turquía en 1999 fueron de intensidad similar, ¿por qué el de Turquía fue más devastador?

C A partir de las gráficas de la figura 5.5, señala las discontinuidades que encuentres, la profundidad a la que están y las capas que delimitan.

D Basándote en las mismas gráficas, explica por qué las ondas S desaparecen a los 2900 metros.

137

DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
para describir los terremotos y sus componentes.	Texto
e interpretar el interior de la Tierra a partir de las ondas sísmicas.	Actividades C, D
de la velocidad de las ondas sísmicas para	Actividades C, D
que proporciona el texto y las figuras sobre	Actividades A, B
a los que está sometida España para decidir	Fíjate a, b.
que ocasionan los terremotos y los posibles España para que de esta manera se tomen las minimizar los riegos sobre la población.	Fíjate a, b Texto

SOLUCIONARIO

Fíjate

a. ¿Qué regiones tienen mayor riesgo sísmico?

Como se puede ver en el mapa, Andalucía es la región que presenta mayor riesgo sísmico.

b. ¿A dónde te irías a vivir si quisieras tener poco riesgo sísmico?

Para tener menor riesgo deberíamos ir al centro de la península o a Aragón.

Actividades

A. ¿De dónde proviene la energía necesaria para producir un terremoto?

Aunque los alumnos y las alumnas no han visto todavía el cómo, ni el por qué, pueden deducir fácilmente que la energía causante de los terremotos proviene del interior terrestre.

B. Si los terremotos de Japón en 1995 y el de Turquía en 1999 fueron de intensidad similar, ¿por qué el de Turquía fue más devastador?

Porque los edificios y otras construcciones de Japón estaban más preparados para resistir terremotos que las de Turquía.

C. A partir de las gráficas de la figura 5.5, señala las discontinuidades que encuentres, la profundidad a la que están y las capas que delimitan.

Se pueden observar 3 discontinuidades: la primera a 40 Km de profundidad media, que se llama de Mohorovicik y separa la corteza del manto; la segunda a 2900 Km que se llama de Gutenberg y separa el manto del núcleo y la tercera a 5000 km llamada de Lehman y que separa el núcleo externo del interno.

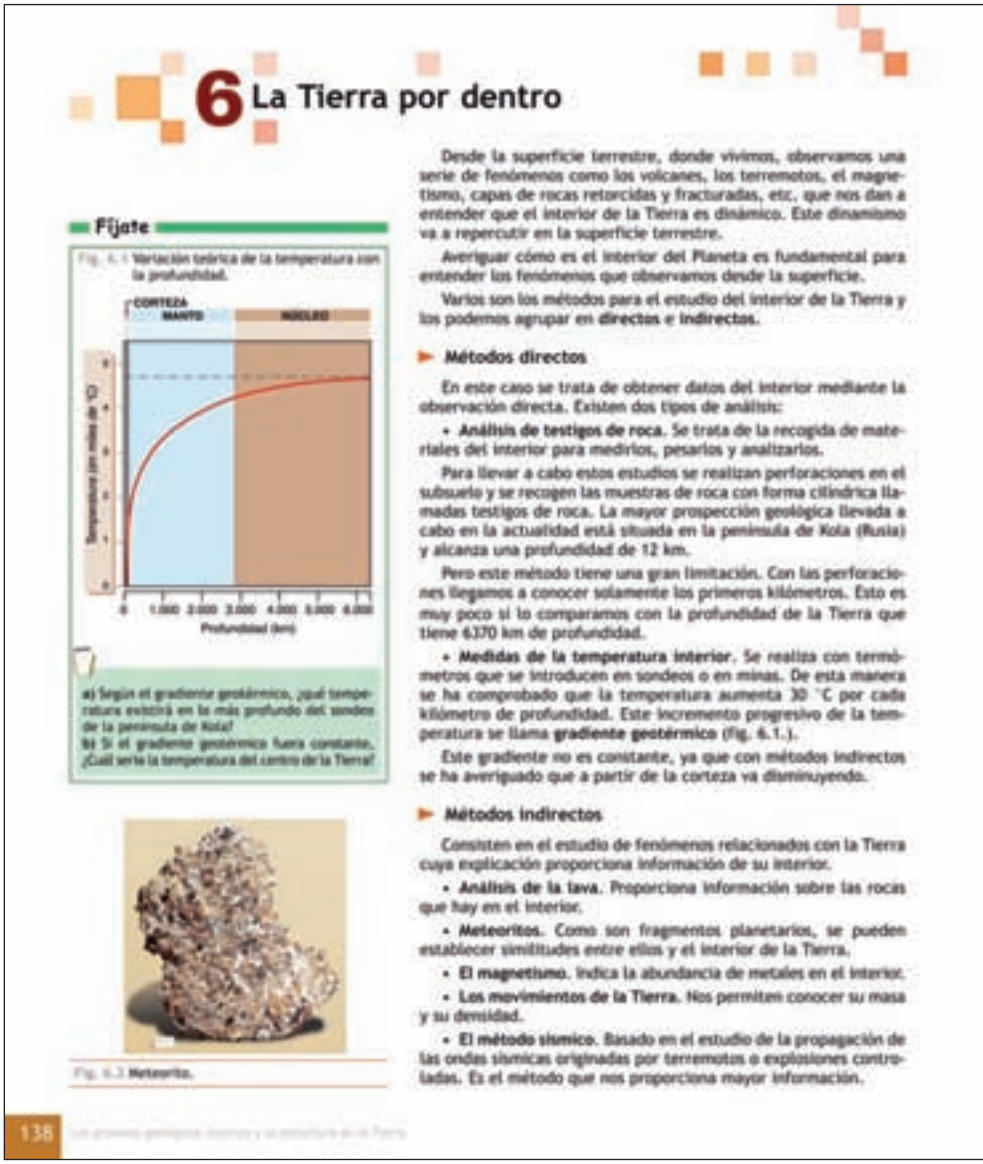
D. Basándote en las mismas gráficas, explica por qué las ondas S desaparecen a los 2900 metros.

A 2900 km de profundidad se encuentra el núcleo externo, que es una capa líquida. Como las ondas S no pueden transmitirse por medios líquidos, desaparecen.

RESUMEN

En este último apartado se exponen las conclusiones obtenidas a partir de los diferentes métodos de estudio del interior de la Tierra: directos e indirectos. Aunque los métodos directos son muy exactos nos dan poca información del interior, por lo tanto los científicos se basan sobre todo en los indirectos, y dentro de estos en la información obtenida a partir de los fenómenos sísmicos.

Como resultado final podemos elaborar un modelo sobre la estructura, composición y estado del interior de la Tierra, tal y como se ven en las figuras del texto.



6 La Tierra por dentro

Desde la superficie terrestre, donde vivimos, observamos una serie de fenómenos como los volcanes, los terremotos, el magnetismo, capas de rocas retorcidas y fracturadas, etc, que nos dan a entender que el interior de la Tierra es dinámico. Este dinamismo va a repercutir en la superficie terrestre.

Averiguar cómo es el interior del Planeta es fundamental para entender los fenómenos que observamos desde la superficie.

Varios son los métodos para el estudio del interior de la Tierra y los podemos agrupar en **directos e indirectos.**

Fíjate

Fig. 6.1 Variación teórica de la temperatura con la profundidad.

a) Según el gradiente geotérmico, ¿qué temperatura existirá en lo más profundo del sondeo de la península de Kola?
b) Si el gradiente geotérmico fuera constante, ¿cuál sería la temperatura del centro de la Tierra?

Fig. 6.2 Meteorito.

Métodos directos

En este caso se trata de obtener datos del interior mediante la observación directa. Existen dos tipos de análisis:

- **Análisis de testigos de roca.** Se trata de la recogida de materiales del interior para medirlos, pesarlos y analizarlos.

Para llevar a cabo estos estudios se realizan perforaciones en el subsuelo y se recogen las muestras de roca con forma cilíndrica llamadas testigos de roca. La mayor prospección geológica llevada a cabo en la actualidad está situada en la península de Kola (Rusia) y alcanza una profundidad de 12 km.

Pero este método tiene una gran limitación. Con las perforaciones llegamos a conocer solamente los primeros kilómetros. Esto es muy poco si lo comparamos con la profundidad de la Tierra que tiene 6370 km de profundidad.

- **Medidas de la temperatura interior.** Se realiza con termómetros que se introducen en sondeos o en minas. De esta manera se ha comprobado que la temperatura aumenta 30 °C por cada kilómetro de profundidad. Este incremento progresivo de la temperatura se llama **gradiente geotérmico** (Fig. 6.1.).

Este gradiente no es constante, ya que con métodos indirectos se ha averiguado que a partir de la corteza va disminuyendo.

Métodos indirectos

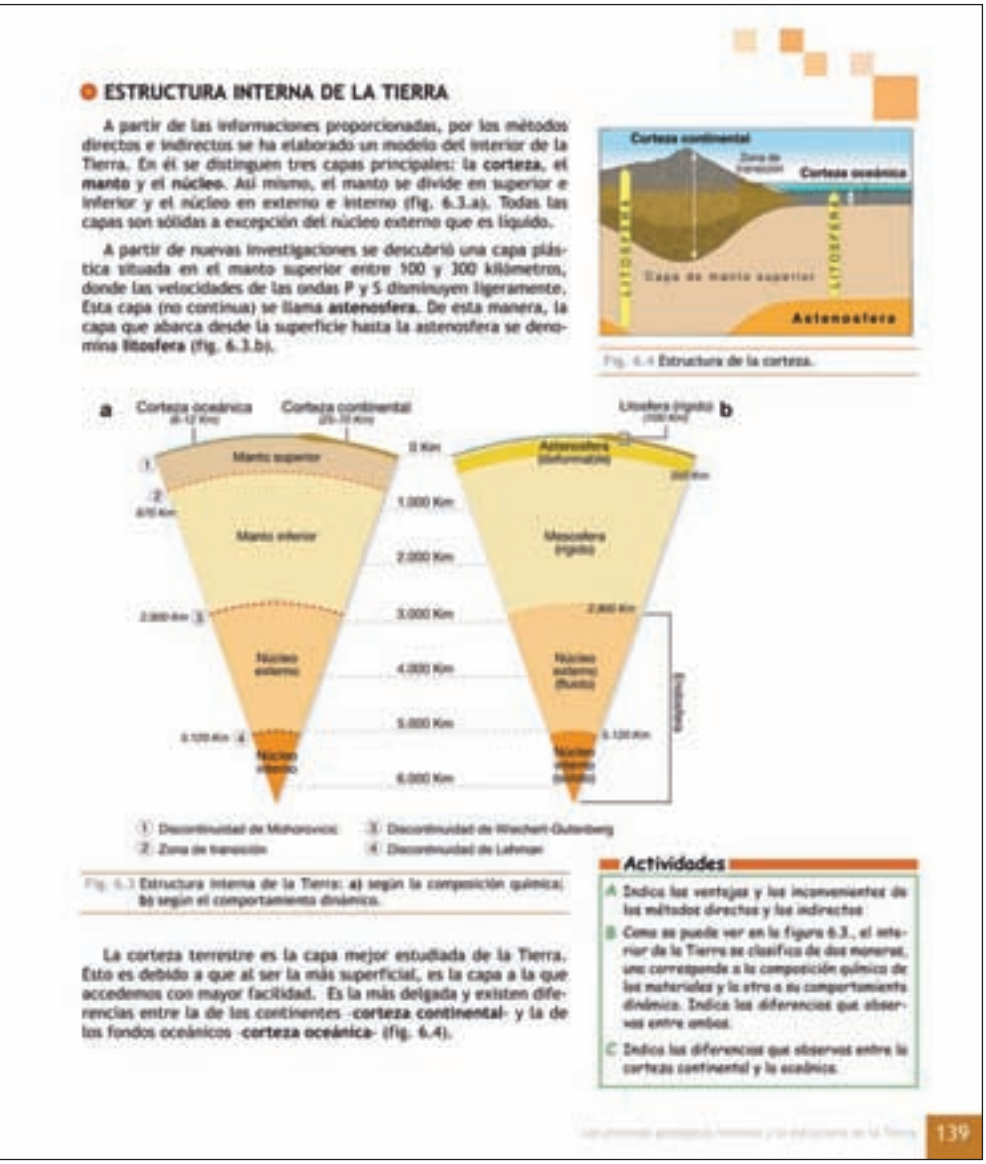
Consisten en el estudio de fenómenos relacionados con la Tierra cuya explicación proporciona información de su interior.

- **Análisis de la lava.** Proporciona información sobre las rocas que hay en el interior.
- **Meteoritos.** Como son fragmentos planetarios, se pueden establecer similitudes entre ellos y el interior de la Tierra.
- **El magnetismo.** Indica la abundancia de metales en el interior.
- **Los movimientos de la Tierra.** Nos permiten conocer su masa y su densidad.
- **El método sísmico.** Basado en el estudio de la propagación de las ondas sísmicas originadas por terremotos o explosiones controladas. Es el método que nos proporciona mayor información.

138

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Adquiere terminología sobre los métodos directos e indirectos de estudio del interior de la Tierra y sobre la estructura interna de la misma.	Texto
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible.	Se utilizan gráficas y cálculos matemáticos para representar e interpretar la temperatura del interior de la Tierra.	Fíjate a, b
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Analiza e interpreta las gráficas del gradiente geotérmico para deducir la temperatura del interior del Planeta.	Fíjate a, b
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza e interpreta la información que proporciona el texto y las figuras sobre los métodos directos e indirectos y sobre la estructura del interior terrestre.	Actividades A, B, C



ESTRUCTURA INTERNA DE LA TIERRA

A partir de las informaciones proporcionadas, por los métodos directos e indirectos se ha elaborado un modelo del interior de la Tierra. En él se distinguen tres capas principales: la **corteza**, el **manto** y el **núcleo**. Así mismo, el manto se divide en superior e inferior y el núcleo en externo e interno (fig. 6.3.a). Todas las capas son sólidas a excepción del núcleo externo que es líquido.

A partir de nuevas investigaciones se descubrió una capa plástica situada en el manto superior entre 100 y 300 kilómetros, donde las velocidades de las ondas P y S disminuyen ligeramente. Esta capa (no continua) se llama **astenosfera**. De esta manera, la capa que abarca desde la superficie hasta la astenosfera se denomina **litosfera** (fig. 6.3.b).

Fig. 6.4 Estructura de la corteza.

Fig. 6.3 Estructura interna de la Tierra: a) según la composición química; b) según el comportamiento dinámico.

La corteza terrestre es la capa mejor estudiada de la Tierra. Esto es debido a que al ser la más superficial, es la capa a la que accedemos con mayor facilidad. Es la más delgada y existen diferencias entre la de los continentes -**corteza continental**- y la de los fondos oceánicos -**corteza oceánica**- (fig. 6.4).

Actividades

A Indica las ventajas y los inconvenientes de los métodos directos y los indirectos.

B Como se puede ver en la figura 6.3., el interior de la Tierra se clasifica de dos maneras, una corresponde a la composición química de los materiales y la otra a su comportamiento dinámico. Indica las diferencias que observas entre ambas.

C Indica las diferencias que observas entre la corteza continental y la oceánica.

SOLUCIONARIO

Fíjate

A. Según el gradiente geotérmico, ¿qué temperatura existirá en lo más profundo del sondeo de la península de Kola.

360º C.

B. Si el gradiente geotérmico fuera constante, ¿cuál sería la temperatura del centro de la Tierra?

La temperatura sería de 191100 ºC. Está claro que el gradiente no puede ser constante.

Actividades

A. Indica las ventajas y los inconvenientes de los métodos directos y los indirectos.

Los métodos directos son muy buenos y fiables, pero su gran inconveniente es que con las perforaciones sólo llegamos a conocer unos pocos kilómetros del interior del Planeta. Los métodos indirectos no son tan precisos y exactos como los directos, en cambio, nos permiten deducir las distintas características de todo el interior terrestre.

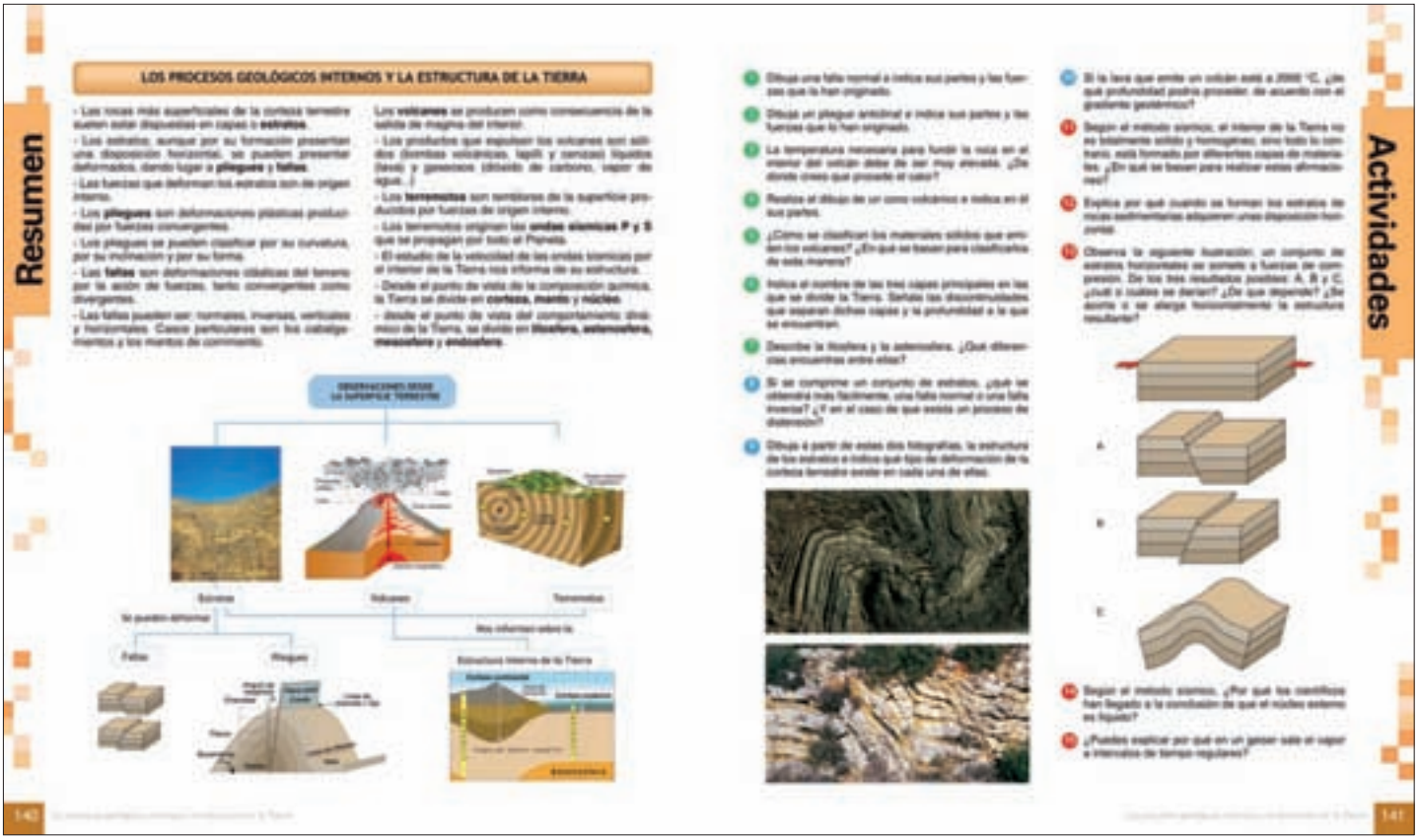
B. Como se puede ver en la figura 6.3, el interior de la Tierra se clasifica de dos maneras, una corresponde a la composición química de los materiales y la otra a su comportamiento dinámico. Indica las diferencias que observes entre ambas.

Existen dos maneras de clasificar las capas que aparecen en el interior de la Tierra, según los criterios que se tengan en cuenta. Por su composición química la Tierra se divide en corteza, manto superior, manto inferior, núcleo externo y núcleo interno. Por su comportamiento dinámico consta de: la litosfera, la astenosfera, la mesosfera y la endosfera.

C. Indica las diferencias que observas entre la corteza continental y la oceánica.

Las diferencias son las siguientes:

- La corteza continental es más gruesa que la oceánica.
- En la corteza continental se distinguen claramente dos capas, en la oceánica no.
- La corteza continental tiene menor densidad que la oceánica, aunque eso no se aprecia en la figura 6.4.



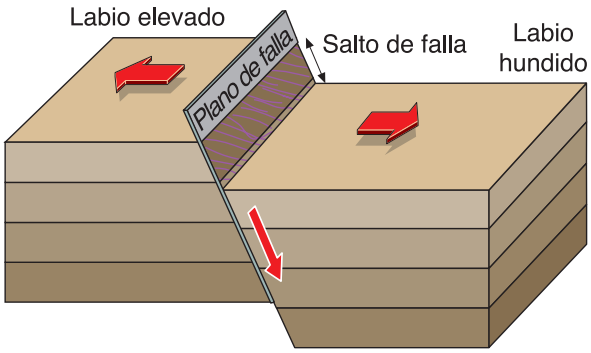
DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	ACTIVIDADES
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Actividades 2, 4, 5, 6
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Actividades 7, 12
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible.	Actividades 10
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Actividades 9, 12, 13, 14, 15
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Actividades 5, 6, 7,
	III. 3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Actividades 3, 8
	III.5. Analizar los fenómenos físicos y aplicar el pensamiento científico- técnico para interpretar, predecir y tomar decisiones con iniciativa y autonomía personal.	Actividades 11
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.3.Interpretar y realizar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Actividades 1, 2, 4, 9

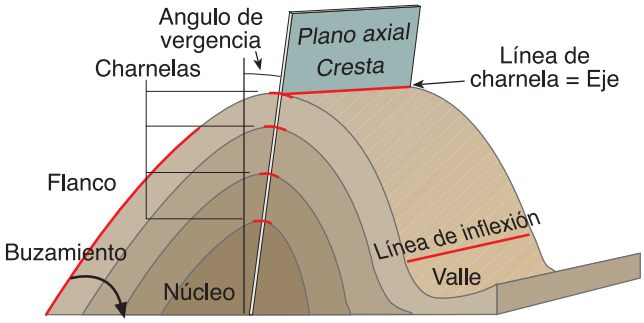
SOLUCIONARIO

Actividades de refuerzo

1. Dibuja una falla normal e indica sus partes y las fuerzas que la han originado.



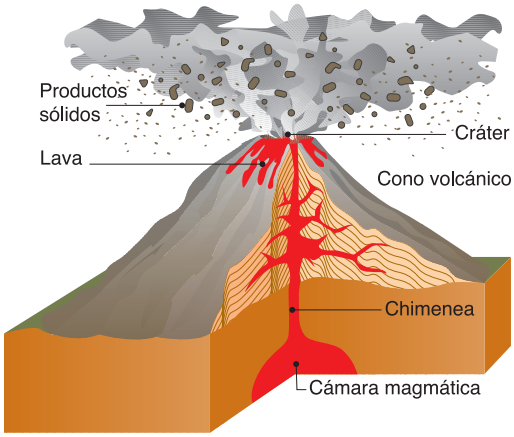
2. Dibuja un pliegue anticlinal e indica sus partes y las fuerzas que lo han originado.



3. La temperatura necesaria para fundir la roca en el interior del volcán debe de ser muy elevada. ¿De dónde crees que procede el calor?

Evidentemente del interior de la Tierra.

4. Realiza el dibujo de un cono volcánico e indica en él sus partes.



5. ¿Cómo se clasifican los materiales sólidos que emiten los volcanes? ¿En qué se basan para clasificarlos de esta manera?

Los materiales sólidos que expulsan los volcanes se clasifican en: cenizas, lapilli y bombas volcánicas. El criterio en el que se basan para clasificarlos es el tamaño, siendo las cenizas del tamaño de la arcilla, el lapilli del tamaño de la gravilla y las bombas volcánicas los de mayor tamaño.

6. Indica el nombre de las tres capas principales en las que se divide la Tierra. Señala las discontinuidades que separan dichas capas y la profundidad a la que se encuentran.

La corteza, el manto y el núcleo. La corteza está separada del manto por la discontinuidad de Mohorovicik a una profundidad media de 40 km. El manto está separado del núcleo por la discontinuidad de Gutenberg a una profundidad de 2900 km.

7. Describe la litosfera y la astenosfera. ¿Qué diferencias encuentras entre ellas?

La litosfera es una capa sólida de comportamiento rígido que va desde la superficie hasta una profundidad media de 100 km. La astenosfera está situada por debajo de la litosfera y llega hasta una profundidad media de 300 km; es una capa sólida, pero de comportamiento plástico, donde la velocidad de las ondas sísmicas disminuye suavemente.

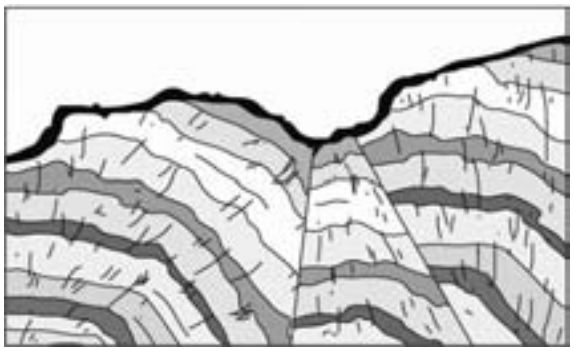
Asegura tus conocimientos

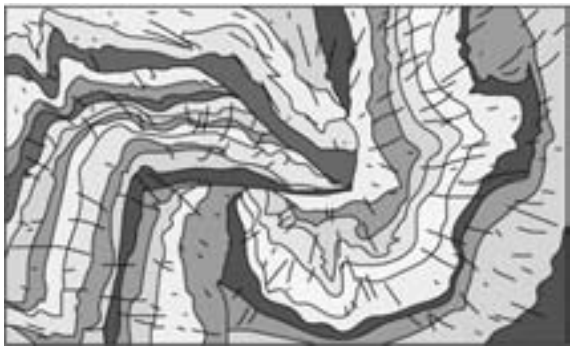
8. Si se comprime un conjunto de estratos, ¿qué se obtendrá más fácilmente, una falla normal o una falla inversa? ¿Y en el caso de que exista un proceso de distensión?

Si se comprimen se obtendrá una falla inversa. Si hay una distensión la falla será normal.

9. Dibuja a partir de estas dos fotografías, la estructura de los estratos e indica qué tipo de deformación de la corteza terrestre existe en cada una de ellas.

En la primera fotografía aparecen materiales plegados y dos fallas. En la segunda fotografía aparecen materiales plegados y el inicio de una falla.





10. Si la lava que emite un volcán está a 2000 °C, ¿de qué profundidad podría proceder, de acuerdo con el gradiente geotérmico?

Si el gradiente geotérmico fuese constante dicha lava procedería de una profundidad aproximada de 66 km. Pero hay que tener en cuenta que no es constante. Además a medida que asciende la lava, su temperatura bajará unos grados. Todo esto nos viene a indicar que por la temperatura de salida de la lava es difícil saber la profundidad exacta de procedencia.

Actividades de ampliación

11. Según el método sísmico, el interior de la Tierra no es totalmente sólido y homogéneo, sino todo lo contrario, está formado por diferentes capas de materiales. ¿En qué se basan para realizar estas afirmaciones?

Se basan en los datos proporcionados por los métodos indirectos, pero sobre todo por el método sísmico. Según este método se puede comprobar que la velocidad de las ondas sísmicas no es constante, más bien sufren algunos cambios bruscos a lo largo de su recorrido por el interior de la Tierra. Esto demuestra que se pasa por distintos materiales, en cuanto a su composición química, a su estado físico y a su densidad.

12. Explica por qué cuando se forman los estratos de rocas sedimentarias adquieren una disposición horizontal.

La disposición de los estratos es horizontal como consecuencia de su deposito bajo el agua.

13. Observa la siguiente ilustración: un conjunto de estratos horizontales se somete a fuerzas de compresión. De los tres resultados posibles: A, B y C, ¿cuál o cuáles se darían? ¿De que depende? ¿Se acorta o se alarga horizontalmente la estructura resultante?

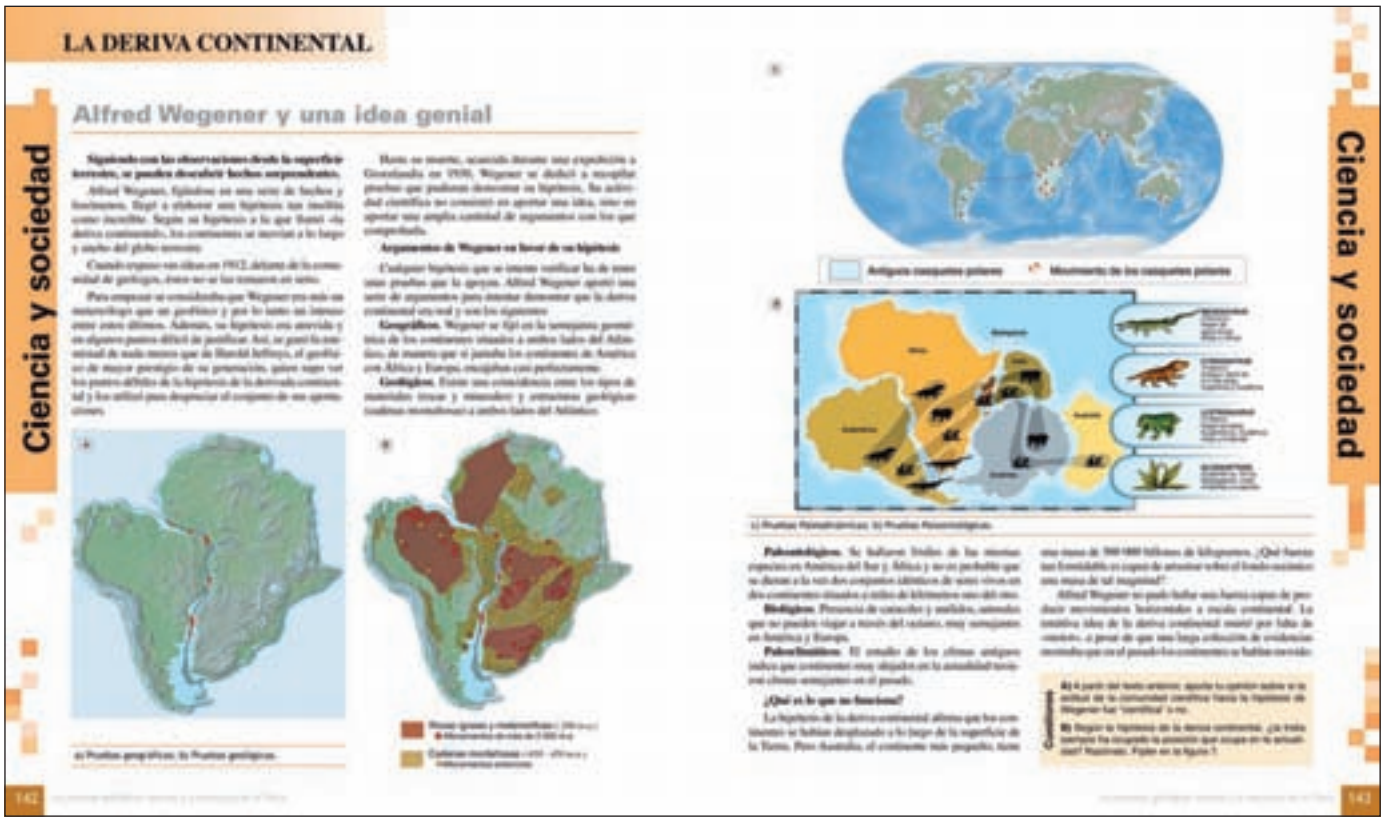
Se darían los casos B (falla inversa) o C (pliegue) dependiendo de si las fuerzas son bruscas y contundentes (B) o más suaves pero durante miles de años (C). En los dos casos la estructura resultante se acorta horizontalmente.

14. Según el método sísmico, ¿Por qué los científicos han llegado a la conclusión de que el núcleo externo es líquido?

Porque las ondas S no pueden cruzarlo, ya que desaparecen al no poder transmitirse por un medio líquido.

15. ¿Puedes explicar por qué en un géiser sale el vapor a intervalos de tiempo regulares?

Debido al vulcanismo atenuado, bajo la superficie del terreno, la temperatura es elevada. Si en esta zona existe una acumulación de agua subterránea, cuando se eleva su temperatura, parte del agua se evapora y sale al exterior, produciendo un efecto sifón que vacía el receptáculo subterráneo de agua. Para que se realice una nueva proyección hay que esperar a que se vuelva a llenar de agua dicho receptáculo y se vuelva a calentar, con lo que el proceso se repite.


LA DERIVA CONTINENTAL

Ciencia y sociedad

Alfred Wegener y una idea genial

Ciencia y sociedad

DESCRIPTORES CIENCIA Y SOCIEDAD

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	CIENCIA Y SOCIEDAD: Alfred Wegener y una idea genial
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Texto
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Actividades B
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Actividades B
	III. 3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Actividades B,
	III.5. Analizar los fenómenos físicos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar, predecir y tomar decisiones con iniciativa y autonomía personal.	Actividades A
VIII. COMPETENCIA AUTONOMÍA E INICIATIVA PERSONAL	VIII. 1. Desarrollar un espíritu crítico capaz de cuestionar dogmas y desafiar prejuicios, en consonancia con la capacidad de la ciencia para enfrentarse a problemas abiertos.	Actividades A

SOLUCIONARIO

Ciencia y sociedad

A. A partir del texto anterior, aporta tu opinión sobre si la actitud de la comunidad científica hacia la hipótesis de Wegener fue "científica" o no.

La comunidad científica no fue muy "científica", ya que no analizaron objetivamente los argumentos aportados por Wegener para defender su hipótesis.

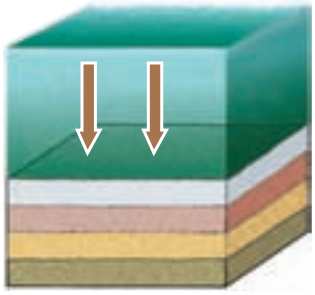
B. Según la hipótesis de la deriva continental, la India siempre ha ocupado la posición que ocupa en la actualidad. Razónalo. Fíjate en las figuras "c" y "d".

Como se puede ver en la figura "d" del documento, hace 180 millones de años la India ocupaba una posición mucho más al sur que la actual, concretamente estaba adosada a la Antártida y a África. Esto indica que se ha desplazado hacia el norte, hasta chocar contra Asia y ocupar la posición actual, tal y como se puede ver en la figura "c".

▶ Modelo de examen para la evaluación de competencias

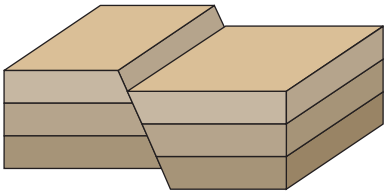
Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

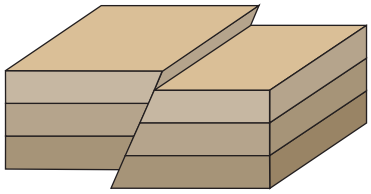
1. En la figura aparecen unos estratos bajo el mar. Ordénalos según su antigüedad y di en que te basas para realizar dicho orden.



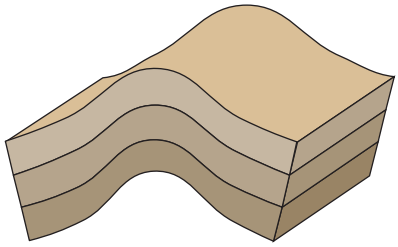
2. a) ¿Qué es una falla?

b) Nombra los tipos de fallas que aparecen en la figura e indica cómo son las fuerzas que las han originado.

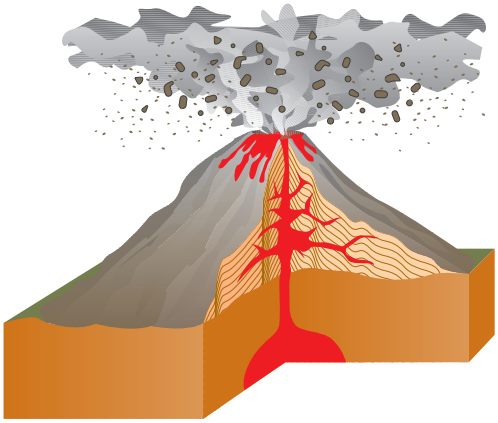




3. ¿Cómo se llama la estructura que muestra la figura? Explica cómo se ha formado y el comportamiento que han tenido los materiales.



4. a) Señala en la figura los siguientes elementos en el dibujo del volcán: cráter, chimenea, lava, magma y productos sólidos.



b) Describe los productos sólidos que expulsa el volcán.

5. a) Si sobre unos materiales rígidos se aplica una fuerza de compresión brusca (fíjate en la figura), ¿qué estructura se formará?



b) Haz un dibujo de dicha estructura resultante.

6. ¿Qué son las discontinuidades que se encuentran en el interior de la Tierra? ¿De qué nos informan? Nómbralas e indica entre qué capas se encuentran.

7. a) Nombra y explica las características de las ondas sísmicas que se originan cuando se produce un terremoto. ¿Para qué sirve su estudio?

   b) Define epicentro e hipocentro. Haz un dibujo esquemático y sitúalos.

8. a) Nombra las capas que tiene la tierra (de las más superficiales a las más profundas) según la información que nos proporciona el estudio de las ondas sísmicas. Indica su estado (sólido o líquido).

   b) ¿Cómo crees que los científicos han deducido la existencia de una capa líquida?

9. a) ¿Qué es el gradiente geotérmico de la Tierra? Indica su valor en los primeros kilómetros de la corteza terrestre.

   b) Según el gradiente geotérmico, ¿qué temperatura habrá a 8 kilómetros de profundidad?

10. Alfred Wegener fue un científico que a principios del siglo XX intentó demostrar la teoría de la deriva continental, según la cual los continentes se desplazan a lo largo y ancho del globo terrestre. Explica 3 ideas o argumentos que apoyen esta teoría.

Tabla de aplicación para el examen • 4º ESO • Tema 6

Nombre: _____ **Curso:** _____ **Fecha:** _____

COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Utiliza el vocabulario adecuado para describir los distintos procesos y estructuras relacionados con la formación de estratos bajo el agua.					
Comprende y expresa correctamente textos relacionados con la formación de pliegues y fallas y las fuerzas que intervienen.					
Comprende y expresa correctamente los textos relacionados con métodos utilizados para averiguar la estructura interna de la Tierra.					

COMPETENCIA MATEMÁTICA					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Selecciona las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la temperatura del interior de la Tierra.					

COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Maneja correctamente el proceso de formación de los estratos bajo el mar.					
Reconoce e interpreta el proceso de formación de los pliegues y de las fuerzas responsables de formarlos.					
Reconoce e interpreta el proceso de formación de las fallas y de las fuerzas responsables de formarlas.					
Analiza y entiende los volcanes y su importancia para proporcionar información sobre el interior del Planeta.					
Analiza y entiende los terremotos, así como las ondas sísmicas que generan y su importancia para proporcionar información sobre el interior de la Tierra.					
Reconoce la estructura interna de la Tierra con sus diferentes discontinuidades, capas y estado en que se encuentran a partir de la información que proporcionan las ondas sísmicas.					
Interpreta correctamente la teoría de la deriva continental expuesta por Alfred Wegener y los argumentos que la apoyan.					

COMPETENCIA AUTONOMÍA E INICIATIVA PERSONAL					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Desarrolla espíritu crítico capaz de cuestionar dogmas para tener una actitud más abierta ante posibles cambios en la interpretación del Planeta, como es la teoría de la deriva continental de Alfred Wegener.					

1. No alcanza el mínimo en el desempeño de la capacidad
2. Cumple con el mínimo requerido
3. Se encuentra en la media del resto de sus compañeros
4. Supera la media
5. Presenta un nivel máximo de cumplimiento del desempeño

Bibliografía

UGALDE, Arantxa. (2009). *Terremotos: cuando la Tierra tiembla*. CSIC. Madrid.
MELENDEZ HEVIA, Ignacio (2004). *Geología de España: una historia de 600 millones de años*. Editorial Rueda.
TARBUK, Edwuard J. Y LUTGENS, Frederick K. (1999). *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la Geología Física.* (Prentice Hall: Madrid).
LLAMBÍAS, Eduardo J. (2012). *Volcanes*. Vazquez Mazzini Editores. Buenos Aires.
BASTIDA, Fernando. (2005). *Geología: una versión moderna de las ciencias de la Tierra*. TREA.
MARTÍ MOLIST, Joan (2011). *Los volcanes*. CSIC. Madrid.
ANGUITA VIRELL, Francisco y MORENO SERRANO, Fernando (1993). *Procesos geológicos internos* (Editorial Rueda: Madrid).
BOLT, Bruce A. (1981). *Terremotos*. (Ed. Reverté).
DOMINGO, MONSERRAT y DE MIRÓ, Manuel (1990). *El latido de la Tierra: volcanes y terremotos.*
MONROE, James S. (2008). *Geología*. Ediciones Paraninfo.
CERECEDA, Pilar; ERRAZURIZ, Ana María; LAGOS, Marcelo (2012). *Terremotos y tsunamis en Chile*. Origo Ediciones.
FARANDON, John (1992). *La Tierra en tus manos*. (Editorial Plaza & Janés, TusQuets: Barcelona).
GILLE, Didier (1991). *La deriva de los continentes*. (Ediciones SM: Madrid).
TARBUCK, Eduard J. LUTGENS, Frederick K. (2005). *Ciencias de la Tierra: una introducción a la geología física*. Pearson Education.
POZO, Manuel; GONZÁLEZ, Javier (2003). Geología práctica. Pearson Education.
STRAHLER (1992). *Geología física*. (Ediciones Omega: Barcelona).
WOOD, Jenny (1990). *Los volcanes.* Colección Tierraviva. (Ediciones SM: Madrid).
VAN ROSE, Susanna (1992). *Volcanes*. Biblioteca Visual Altea (Altea).

RESUMEN

La Tectónica Global o de Placas surge a finales de los años 60 precedida por la teoría de la deriva continental y de la teoría de la expansión del fondo oceánico.

Con esta teoría los científicos dieron una visión global de la dinámica terrestre que cambia totalmente las ideas y concepciones que tenían los geólogos sobre determinados fenómenos como los volcanes, los terremotos, la formación de montañas, los climas del pasado, la distribución de fósiles idénticos en continentes separados, etc.

Dentro del marco de esta teoría se explica cómo los levantamientos y hundimientos de la litosfera hacen que ésta se recicle dando lugar al ciclo de las rocas.



CONTENIDOS

CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	ACTITUDES
1. El relieve del fondo oceánico 2. La expansión del fondo oceánico 3. Las placas litosféricas 4. Las placas se mueven 5. Límites divergentes 6. Límites convergentes 7. El motor de las placas	1. Observación e interpretación del mapa de los fondos oceánicos y las estructuras que en él se observan. 2. Interpretación de dibujos y secuencias de dibujos para llegar a hipótesis o conclusiones como, por ejemplo, la expansión del fondo oceánico. 3. Interpretación gráfica de la distribución a nivel mundial de fenómenos sísmicos y volcánicos. 4. Confección de un mapamundi de las placas litosféricas a partir de los datos anteriores. 5. Lectura y discusión de textos o documentos como el de la dorsal en Islandia. 6. Actividades en las que se analizan una serie de estructuras y fenómenos reales, que son indicativos de los tipos de bordes que limitan las placas litosféricas. 7. Observación e interpretación de fenómenos y estructuras al este de África, indicativos de la apertura de un océano. 8. Análisis de teorías orogénicas e interpretación de su validez. 9. Lectura y discusión de un documento sobre el ciclo de las rocas.	1. Despertar el interés por saber el origen y las causas de una serie de fenómenos que afectan a nuestro planeta, tan importantes y llamativos como son los terremotos y los volcanes. 2. Valorar el valor y la personalidad de algunos científicos para mantener sus teorías, a pesar de ser increíbles y rechazadas en su época. 3. Promover una actitud crítica y no sumisa, ante las diferentes hipótesis que se han elaborado a lo largo de la historia sobre la explicación de determinados fenómenos y estructuras que se presentan en la Tierra. 4. Asumir que la Ciencia se encuentra sometida a un proceso de continua evolución, de tal manera que una teoría aceptada en una época, puede ser modificada y hasta alterada en épocas posteriores. 5. Respeto ante las opiniones de los compañeros. 6. Apreciar la importancia de los estudios e investigaciones sobre el interior de la Tierra, para comprender mejor el comportamiento de terremotos y volcanes, así como preveer sus efectos. 7. Promover la creatividad y la imaginación para la resolución de problemas y planteamientos sobre fenómenos que se observan en nuestro planeta.



La Tectónica Global o de Placas surge a finales de los años 60 precedida por la teoría de la deriva continental y de la teoría de la expansión del fondo oceánico.

Con esta teoría los científicos dieron una visión global de la dinámica terrestre que cambia totalmente las ideas y concepciones que tenían los geólogos sobre determinados fenómenos como los volcanes, los terremotos, la formación de montañas, los climas del pasado, la distribución de fósiles idénticos en continentes separados, etc.

Dentro del marco de esta teoría se explica cómo los levantamientos y hundimientos de la litosfera hacen que ésta se recicle dando lugar al ciclo de las rocas.

1 EL RELIEVE DEL FONDO OCEÁNICO
2 LA EXPANSIÓN DEL FONDO OCEÁNICO
3 LAS PLACAS LITOSFÉRICAS
4 LAS PLACAS SE MUEVEN
5 LÍMITES DIVERGENTES
6 LÍMITES CONVERGENTES
7 EL MOTOR DE LAS PLACAS
- RESUMEN
- ACTIVIDADES
- CIENCIA Y SOCIEDAD

Cuando la dorsal sale a la superficie
El ciclo de las rocas

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

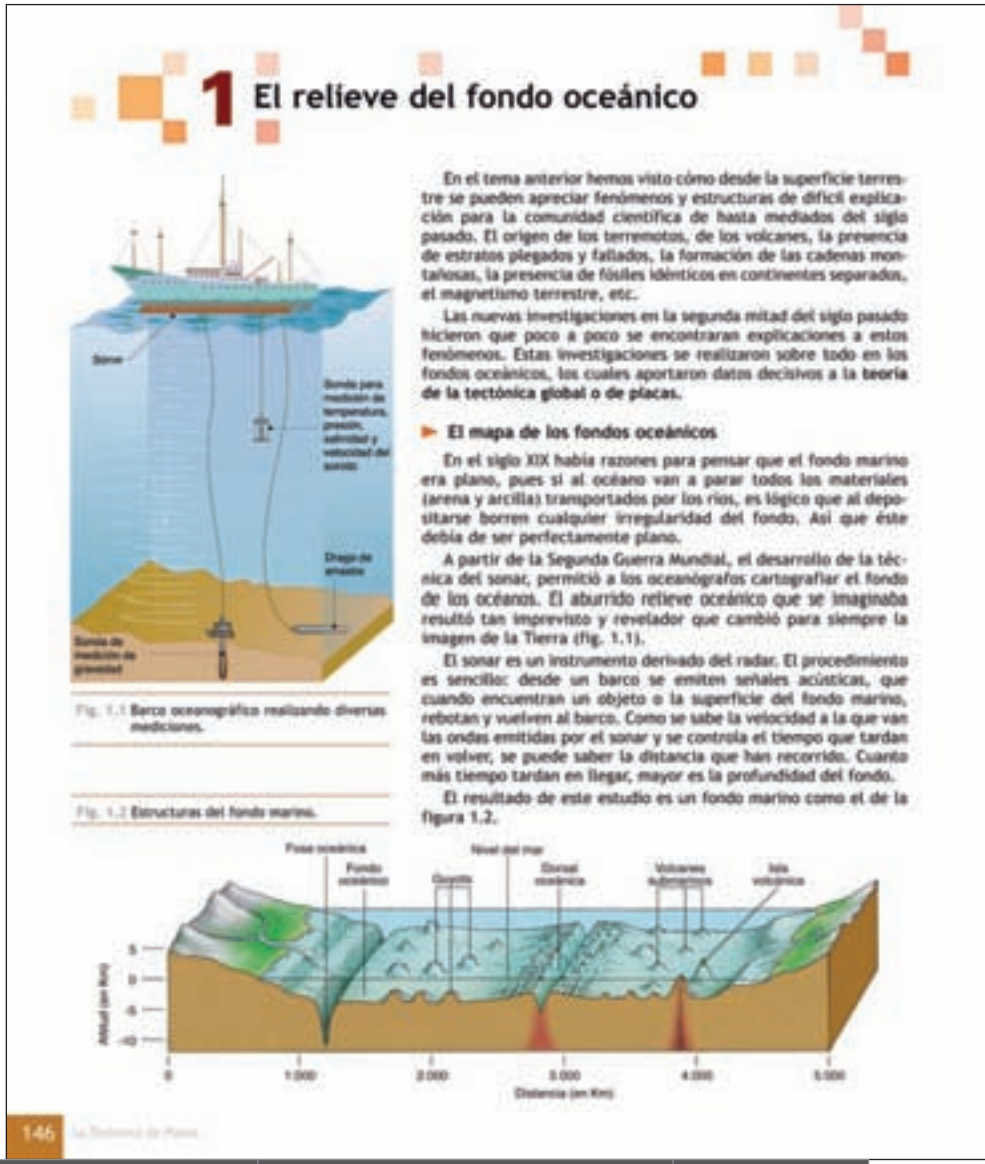
- Analizar la información que proporciona el fondo marino e interpretar las estructuras que presenta.
- Reconocer en un esquema las diferentes estructuras del fondo oceánico y explicar cómo se han formado.
- Analizar las diferencias entre la superficie del fondo oceánico y la superficie de los continentes.
- Analizar e interpretar la información que proporciona la localización de los movimientos sísmicos y de los volcanes en el Planeta.
- Explicar la Teoría de la Tectónica global o de Placas indicando los datos sobre los que se apoya.
- Definir los conceptos de: litosfera, astenosfera, dorsal oceánica, rift, fallas transformantes y zona de subducción.
- Analizar la importancia de determinadas hipótesis precursoras de la Teoría de la Tectónica de Placas, como la deriva de los continentes y la expansión del fondo oceánico.
- Reconocer en un mapa las 8 principales placas litosféricas y sus límites.
- Describir las características de los tres tipos de límites entre las placas.
- Explicar la formación y localización de las fallas transformantes.
- Explicar cómo se fabrica la corteza oceánica en una dorsal.
- Analizar e interpretar esquemas sobre la formación de un océano.
- Explicar lo que ocurre en los límites convergentes y las estructuras y fenómenos que se forman en ellos.
- Analizar e interpretar esquemas sobre la formación de cadenas montañosas.
- Reconocer las corrientes de convección del manto como las responsables del desplazamiento de las placas litosféricas.
- Reconocer la Teoría de la Tectónica de Placas como una idea globalizadora que surge a partir de hipótesis precursoras y que en la actualidad es la que mejor explica numerosos fenómenos geológicos que tienen lugar en la Tierra.

RESUMEN

Un primer paso en la elaboración de la teoría de la tectónica de placas fue la confección topográfica del fondo oceánico. La topografía del fondo oceánico se elaboró a partir de los sonares instalados en los barcos oceánicos.

El fondo oceánico presenta numerosas estructuras que ayudan a entender la dinámica interna del Planeta. Algunas estructura son llamativas y espectaculares, pero la más sorprendente es la dorsal oceánica que recorre todos los océanos. Posteriormente se ha podido comprobar que a partir de ella el fondo oceánico se expande y que por el rift sale magma, haciendo crecer la corteza oceánica.

Con todo esto se elaboró el mapa de los fondos oceánicos donde se puede apreciar su topografía.



1 El relieve del fondo oceánico

En el tema anterior hemos visto cómo desde la superficie terrestre se pueden apreciar fenómenos y estructuras de difícil explicación para la comunidad científica de hasta mediados del siglo pasado. El origen de los terremotos, de los volcanes, la presencia de estratos plegados y fallados, la formación de las cadenas montañosas, la presencia de fósiles idénticos en continentes separados, el magnetismo terrestre, etc.

Las nuevas investigaciones en la segunda mitad del siglo pasado hicieron que poco a poco se encontraran explicaciones a estos fenómenos. Estas investigaciones se realizaron sobre todo en los fondos oceánicos, los cuales aportaron datos decisivos a la **teoría de la tectónica global o de placas.**

El mapa de los fondos oceánicos

En el siglo XIX había razones para pensar que el fondo marino era plano, pues si al océano van a parar todos los materiales (arena y arcilla) transportados por los ríos, es lógico que al depositarse borren cualquier irregularidad del fondo. Así que éste debía de ser perfectamente plano.

A partir de la Segunda Guerra Mundial, el desarrollo de la técnica del sonar, permitió a los oceanógrafos cartografiar el fondo de los océanos. El aburrido relieve oceánico que se imaginaba resultó tan imprevisto y revelador que cambió para siempre la imagen de la Tierra (fig. 1.1).

El sonar es un instrumento derivado del radar. El procedimiento es sencillo: desde un barco se emiten señales acústicas, que cuando encuentran un objeto o la superficie del fondo marino, rebotan y vuelven al barco. Como se sabe la velocidad a la que van las ondas emitidas por el sonar y se controla el tiempo que tardan en volver, se puede saber la distancia que han recorrido. Cuanto más tiempo tardan en llegar, mayor es la profundidad del fondo.

El resultado de este estudio es un fondo marino como el de la figura 1.2.

Fig. 1.1 Barco oceanográfico realizando diversas mediciones.

Fig. 1.2 Estructuras del fondo marino.

146

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGUÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Adquiere terminología sobre el fondo oceánico	Texto
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Comprende y construye un texto dirigido a argumentar la forma tan particular que tienen los guyots.	Actividades F
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Analiza e interpreta el fondo oceánico para discernir entre una montaña sobre un continente a una montaña situada sobre una isla volcánica.	Actividades G (p. 149)
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza la información que proporciona el fondo marino para interpretar todas las estructuras que presenta y cómo se han formado.	Actividades A, B, C, D, E (p. 147) A, B, C, D, E, F, H (p. 149).
	III. 3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Analiza la peculiar estructura que presentan los guyots para emitir una hipótesis sobre su formación. Así mismo elabora una explicación sobre la diferente distribución de los sedimentos en el fondo oceánico.	Actividades F (p. 147) Fíjate



Al estudiar la composición del suelo oceánico se descubrió que estaba formado por roca volcánica. No obstante este suelo queda cubierto por una capa de sedimentos que es más gruesa cerca de los continentes y que se va adelgazando a medida que nos alejamos de ellos (fig. 1.3). Las estructuras que se han descubierto en el fondo oceánico y que podemos apreciar en la figura 1. 2 son las siguientes:

Volcanes submarinos. Si estos volcanes submarinos continúan su actividad durante miles de años, emergerán a la superficie y darán lugar a islas volcánicas como las islas Canarias o Hawai.

Guyots. Son volcanes submarinos de cima extensa y plana.

Fosas oceánicas. Son grandes depresiones alargadas del fondo que pueden llegar a 11 000 metros de profundidad, como en la fosa de las Marianas en el Pacífico.

La dorsal oceánica. Se trata de una cordillera de pendiente muy suave (realmente es una elevación del suelo oceánico) hendida longitudinalmente por un valle de 1 500 metros de profundidad llamado rift, que divide en dos el océano Atlántico y que se prolonga a lo largo del resto de los océanos durante más de 70 000 kilómetros. Además, la dorsal se encuentra fracturada por un sistema de fallas perpendiculares (transformantes) que le dan el aspecto de una increíble cicatriz.

Asociados a la dorsal se registran una serie de fenómenos como: movimientos sísmicos, temperatura elevada en su interior y escasa sedimentación (fig. 1.3). Posteriormente al estudiar el vulcanismo submarino y las dorsales oceánicas se descubrieron:

- **Almohadillas de lava bajo el agua.** Se vio que debajo de una capa de sedimentos, el fondo oceánico era todo de origen volcánico. Además la forma de la lava es característica y se llama lava almohadillada por sus formas redondeadas.

Este tipo de lavas se origina en las erupciones volcánicas submarinas, al contacto de la lava con el agua fría. La capa superficial de la lava se enfría dando lugar a una costra sólida, mientras su interior se mantiene todavía líquido. La presión del líquido interno sobre la costra superficial hace que la lava adquiera un aspecto redondeado (fig. 1.4).

- **Humeros.** Son emisiones de gases sulfurosos que evidencian la actividad volcánica (fig. 1.5).

Actividades

A ¿En qué se basaban los científicos del siglo XIX para creer que el fondo oceánico era totalmente plano?
B ¿Cómo se llama el instrumento mediante el cual los barcos oceanográficos pueden cartografiar el fondo de los océanos? ¿Cómo funciona?
C ¿Qué son los volcanes submarinos? ¿Cómo se forman las islas volcánicas?
D ¿Qué son las lavas almohadilladas? ¿Cómo se forman?
E ¿Qué estructura de todas las que se han encontrado en los fondos oceánicos te llama más la atención? ¿Por qué?
F Elabora una hipótesis para explicar por qué los guyots (volcanes submarinos), tienen la cima plana en lugar de tener un cráter.

Fíjate

Fig. 1.3

Continente Roca volcánica Sedimento

Perfil del océano Atlántico.
a. ¿Por qué crees que los sedimentos que cubren el fondo oceánico son más gruesos cerca de los continentes que en las dorsales.

Almohadillas
Lava
Fondo del mar

Fig. 1.4 Lava almohadillada.

Fig. 1.5 Humeros.

147

Fíjate

¿Por qué crees que los sedimentos que cubren el fondo oceánico son más gruesos cerca de los continentes que en las dorsales?

Porque los materiales más gruesos suelen tener más masa que los finos y por lo tanto se depositan antes, es decir, más cerca de los continentes que los materiales más finos.

SOLUCIONARIO

Actividades

A. ¿En qué se basaban los científicos del siglo XIX para creer que el fondo oceánico era totalmente plano?

Se basaban en que como al océano van a parar todos los materiales (arena y arcilla) transportados por los ríos, es lógico que al depositarse cubran y borren cualquier irregularidad del fondo, dando lugar a una superficie plana.

B. ¿Cómo se llama el instrumento mediante el cual los barcos oceanográficos pueden cartografiar el fondo de los océanos? ¿Cómo funciona?

Se trata del sonar. Funciona de la siguiente manera: desde un barco se emiten señales acústicas, que cuando encuentran un objeto o la superficie del fondo marino, rebotan y vuelven al barco. Como se sabe la velocidad a la que van las ondas emitidas por el sonar y se controla el tiempo que tardan en volver, se puede saber la distancia que han recorrido. Cuanto más tiempo tardan en llegar, mayor es la profundidad del fondo.

C. ¿Qué son los volcanes submarinos? ¿Cómo se forman las islas volcánicas?

Los volcanes submarinos son volcanes que surgen en los fondos oceánicos. Si la emisión de lava es abundante y durante un gran periodo de tiempo, pueden emerger a la superficie y dar lugar a islas volcánicas, como las islas Canarias.

D. ¿Qué son las lavas almohadilladas? ¿Cómo se forman?

Las lavas almohadilladas son lavas que por su peculiar formación tienen forma redondeada, dando el aspecto de almohadones amontonados.

Se forman bajo el agua, por lo que la superficie de la lava se enfría rápidamente formando una costra sólida con aspecto almohadillado.

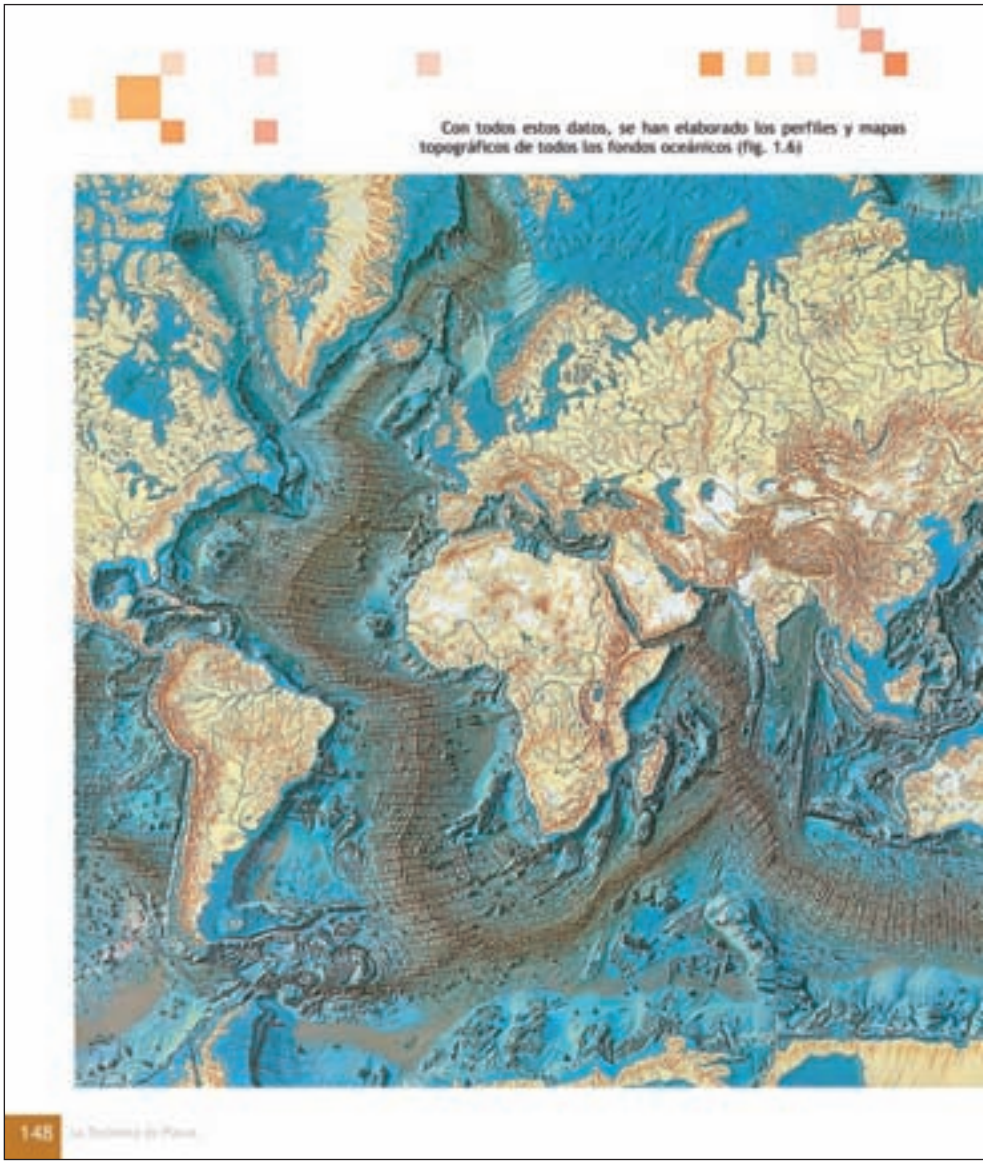
E. ¿Qué estructura de todas las que se han encontrado en los fondos oceánicos te llama más la atención? ¿Por qué?

Posiblemente sea la dorsal, o por lo menos eso fue lo que más llamó la atención de los científicos.

F. Elabora una hipótesis para explicar por qué los guyots (volcanes submarinos), tienen la cima plana en lugar de tener un cráter.

No es fácil que respondan a esta cuestión, no obstante es bueno que agudicen su imaginación.

El guyot se forma de la siguiente manera: el volcán submarino crece hasta llegar a la superficie del agua, con lo que las olas erosionan la cima del volcán. Este proceso erosivo hace que la cima del volcán se allane. A continuación, si el volcán deja de emitir lava y además como consecuencia de la subsidencia se hunde, tendremos un guyot.



SOLUCIONARIO

Actividades

A partir de la ilustración trata de contestar las siguientes cuestiones:

A. ¿Cuántas dorsales encuentras?

Dorsales propiamente dichas no hay más que una, lo que ocurre es que recorre los distintos océanos, aunque en el mapa no se distingan bien algunos tramos. De todas formas, a menudo, recibe el nombre del océano que recorre.

B. ¿Qué son las fallas transformantes? Indica donde se encuentran?

Las fallas transformantes son fallas de desplazamiento horizontal. Son muy abundantes en la dorsal donde la cortan perpendicularmente. En el mapa de los fondos oceánicos se pueden apreciar perfectamente.

C. Localiza dos archipiélagos formados por islas volcánicas e indica su nombre.

Pueden localizar varios, entre ellos, las islas Canarias, Madeira y Azores, en el océano Atlántico y las islas Hawai en el Pacífico.

D. Localiza tres fosas oceánicas.

Las fosas Aleutianas, la de las Kuriles, la de las Filipinas, la de Japón, la de Tonga...

E. ¿Encuentras algún volcán submarino?

En el mapa, los volcanes submarinos se distinguen porque sus cimas no están coloreadas de verde amarillento. En el océano Pacífico son muy abundantes.



Actividades

A partir de la ilustración trata de contestar las siguientes cuestiones:

A ¿Cuántas dorsales encuentras?

B ¿Qué son las fallas transformantes? Indica donde se encuentran?

C Localiza dos archipiélagos formados por islas volcánicas e indica su nombre.

D Localiza tres fosas oceánicas.

E ¿Encuentras algún volcán submarino?

F ¿Las islas son siempre de naturaleza volcánica? ¿Sabes alguna isla que no sea de origen volcánico? Nómbrala.

G A pesar de que el punto más alto de la Tierra es la cima del monte Everest, se dice que la mayor montaña del planeta es la isla de Hawai. Localiza Hawai y expresa lo que opines sobre esta afirmación.

H Haz una tabla con las principales diferencias que pueden observarse entre la superficie del océano y la superficie de los continentes.

Fig. 1.1 Mapa de los fondos oceánicos.

149

F. ¿Las islas oceánicas son siempre volcánicas? ¿Sabes alguna isla que no sea de origen volcánico? Nómbrala.

La mayoría de las veces sí, aunque también hay islas de naturaleza no volcánica como las islas Baleares, que suelen estar cerca de la costa.

G. A pesar de que el punto más alto de la Tierra es la cima del monte Everest, se dice que la mayor montaña del planeta es la isla de Hawai. Localiza Hawai y expresa lo que opines sobre esta afirmación.

Es una cuestión abierta en la que se trata de valorar que, si bien el Everest es el punto más elevado del Planeta, arranca del altiplano del Tibet a 5000 metros de altitud, mientras que la isla de Hawai tiene su base en el fondo oceánico, por lo que es el mayor edificio montañoso.

H. Haz una tabla con las principales diferencias que pueden observarse entre la superficie del océano y la superficie de los continentes.

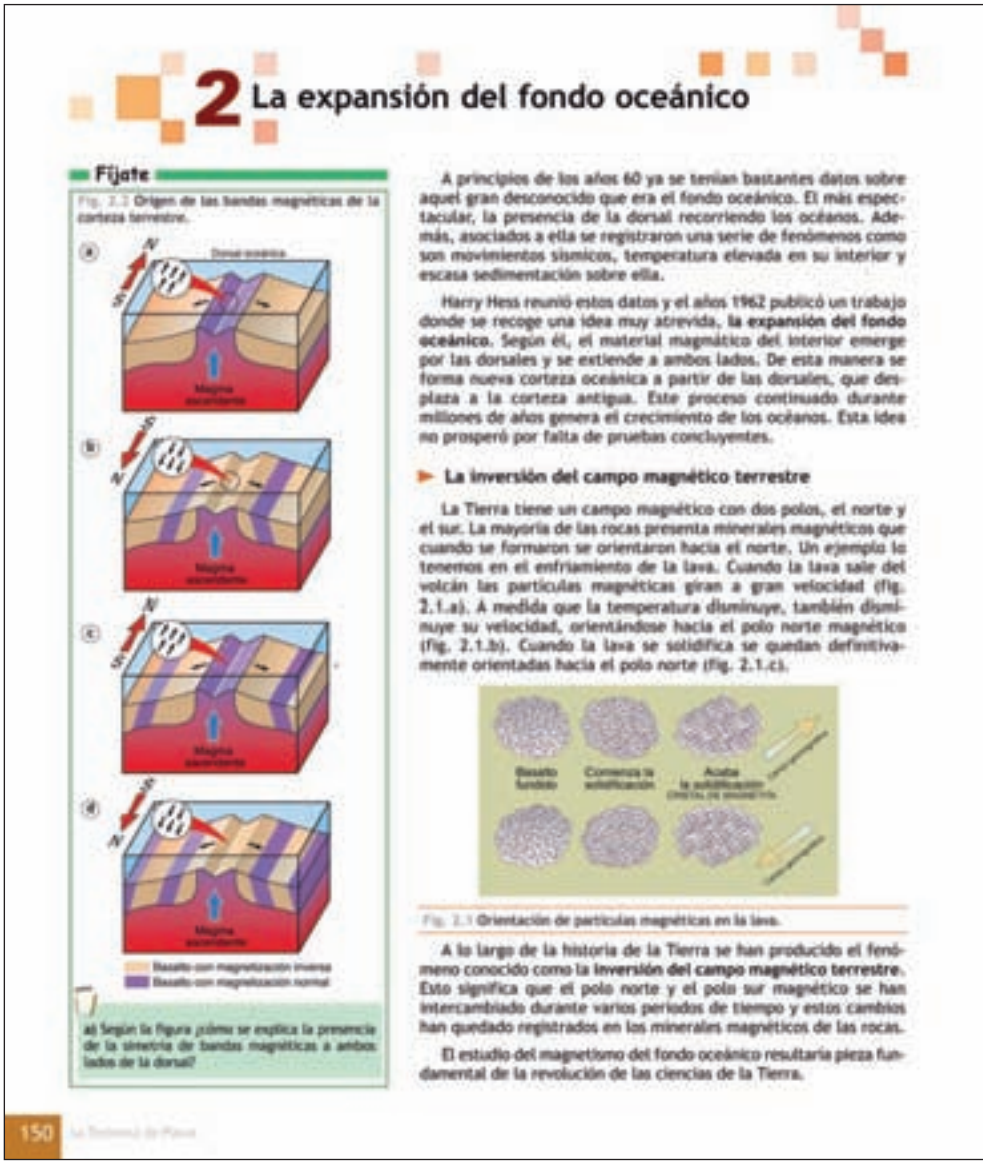
Las principales diferencias que encontramos en la superficie de los continentes y de los océanos, vienen dadas por las diferentes estructuras que existen en dicho lugares.

En la superficie de los fondos oceánicos encontraremos volcanes submarinos, guyots, fosas oceánicas, la dorsal oceánica, lavas almohadilladas... En la superficie de los continentes encontraremos cadenas montañosas que no se parecen a la dorsal, sí que encontraremos volcanes, aunque no tan abundantes, valles fluviales excavados por la acción erosiva de torrentes y ríos, valles fluviales excavados por la acción de los glaciares...

RESUMEN

La expansión del fondo oceánico a partir de la dorsal oceánica sentó las bases de la teoría de la tectónica de placas. Para este descubrimiento se utilizó un fenómeno descubierto anteriormente, la inversión del campo magnético terrestre. Este fenómeno se observo primero en los continentes y posteriormente en la corteza oceánica, la cual presenta una simetría de bandas magnéticas a ambos lados de la dorsal.

También ayudo a la expansión del fondo oceánico la edad de las muestras de rocas de la corteza oceánica que extrajeron en el océano Atlántico.



2 La expansión del fondo oceánico

Fíjate

Fig. 2.2 Origen de las bandas magnéticas de la corteza terrestre.

a) Según la figura ¿cómo se explica la presencia de la simetría de bandas magnéticas a ambos lados de la dorsal?

A principios de los años 60 ya se tenían bastantes datos sobre aquel gran desconocido que era el fondo oceánico. El más espectacular, la presencia de la dorsal recorriendo los océanos. Además, asociados a ella se registraron una serie de fenómenos como son movimientos sísmicos, temperatura elevada en su interior y escasa sedimentación sobre ella.

Harry Hess reunió estos datos y el años 1962 publicó un trabajo donde se recoge una idea muy atrevida, **la expansión del fondo oceánico**. Según él, el material magmático del interior emerge por las dorsales y se extiende a ambos lados. De esta manera se forma nueva corteza oceánica a partir de las dorsales, que desplaza a la corteza antigua. Este proceso continuado durante millones de años genera el crecimiento de los océanos. Esta idea no prosperó por falta de pruebas concluyentes.

La inversión del campo magnético terrestre

La Tierra tiene un campo magnético con dos polos, el norte y el sur. La mayoría de las rocas presenta minerales magnéticos que cuando se formaron se orientaron hacia el norte. Un ejemplo lo tenemos en el enfriamiento de la lava. Cuando la lava sale del volcán las partículas magnéticas giran a gran velocidad (fig. 2.1.a). A medida que la temperatura disminuye, también disminuye su velocidad, orientándose hacia el polo norte magnético (fig. 2.1.b). Cuando la lava se solidifica se quedan definitivamente orientadas hacia el polo norte (fig. 2.1.c).

Fig. 2.1 Orientación de partículas magnéticas en la lava.

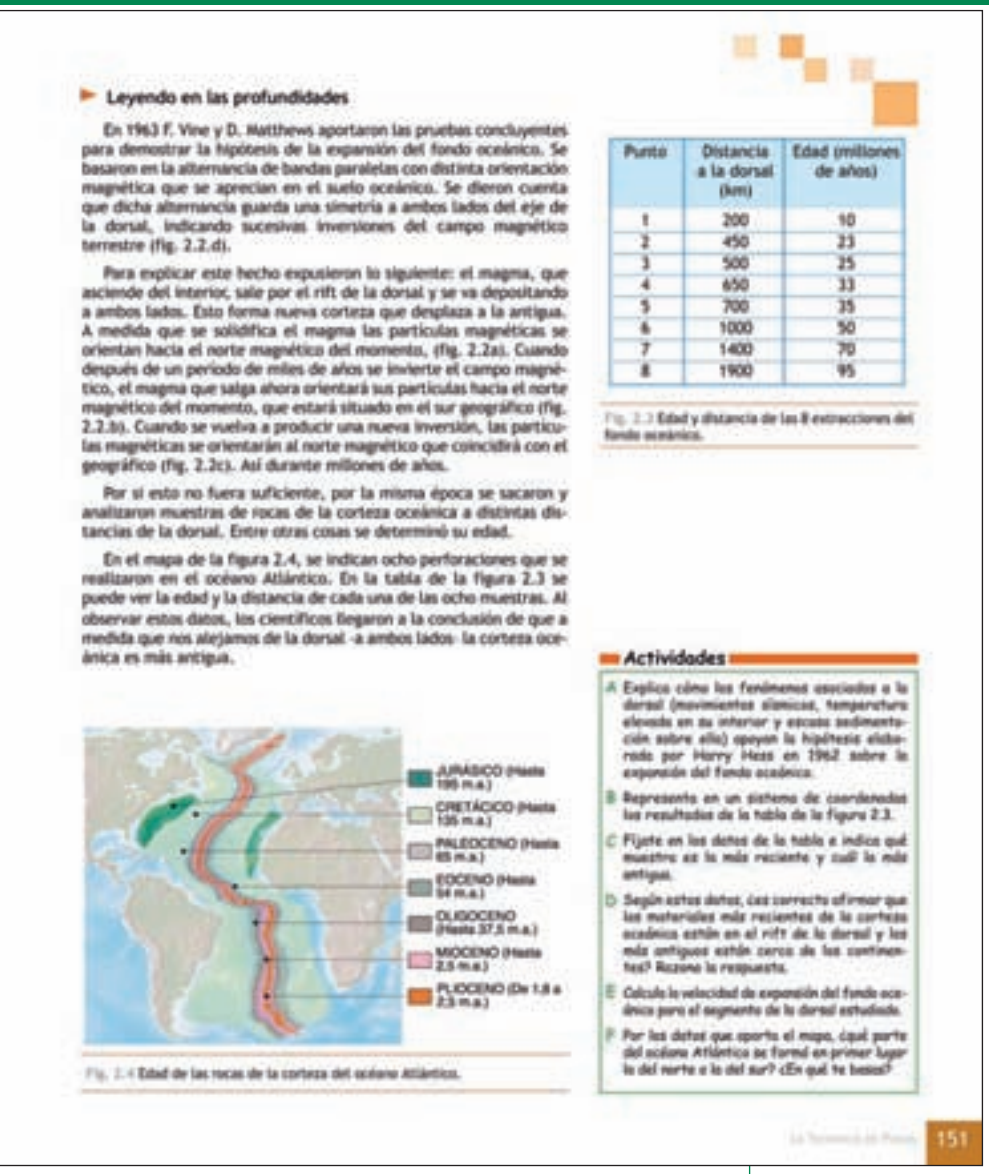
A lo largo de la historia de la Tierra se han producido el fenómeno conocido como la **inversión del campo magnético terrestre**. Esto significa que el polo norte y el polo sur magnético se han intercambiado durante varios periodos de tiempo y estos cambios han quedado registrados en los minerales magnéticos de las rocas.

El estudio del magnetismo del fondo oceánico resultaría pieza fundamental de la revolución de las ciencias de la Tierra.

150

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGUÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Adquiere terminología sobre el campo magnético terrestre y su inversión a lo largo de la historia de la Tierra.	Texto
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Comprende y construye un texto dirigido a argumentar cómo los fenómenos asociados a la dorsal apoyan la expansión del fondo oceánico.	Actividades A
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible.	Se utilizan gráficas para representar e interpretar el desplazamiento de la corteza oceánica a partir de los datos que aporta su edad geológica.	Actividades B, C, E
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza e interpreta la información que proporciona el texto y las figuras sobre la expansión del fondo oceánico.	Actividades A, B, E
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Analiza las figuras sobre la inversión del campo magnético y sobre la edad de las rocas del fondo oceánico para deducir y calcular la expansión del fondo oceánico.	Fíjate Actividades D, F



Leyendo en las profundidades

En 1963 F. Vine y D. Matthews aportaron las pruebas concluyentes para demostrar la hipótesis de la expansión del fondo oceánico. Se basaron en la alternancia de bandas paralelas con distinta orientación magnética que se aprecian en el suelo oceánico. Se dieron cuenta que dicha alternancia guarda una simetría a ambos lados del eje de la dorsal, indicando sucesivas inversiones del campo magnético terrestre (fig. 2.2.d).

Para explicar este hecho expusieron lo siguiente: el magma, que asciende del interior, sale por el rift de la dorsal y se va depositando a ambos lados. Esto forma nueva corteza que desplaza a la antigua. A medida que se solidifica el magma las partículas magnéticas se orientan hacia el norte magnético del momento, (fig. 2.2a). Cuando después de un periodo de miles de años se invierte el campo magnético, el magma que salga ahora orientará sus partículas hacia el norte magnético del momento, que estará situado en el sur geográfico (fig. 2.2.b). Cuando se vuelva a producir una nueva inversión, las partículas magnéticas se orientarán al norte magnético que coincidirá con el geográfico (fig. 2.2c). Así durante millones de años.

Por si esto no fuera suficiente, por la misma época se sacaron y analizaron muestras de rocas de la corteza oceánica a distintas distancias de la dorsal. Entre otras cosas se determinó su edad.

En el mapa de la figura 2.4, se indican ocho perforaciones que se realizaron en el océano Atlántico. En la tabla de la figura 2.3 se puede ver la edad y la distancia de cada una de las ocho muestras. Al observar estos datos, los científicos llegaron a la conclusión de que a medida que nos alejamos de la dorsal -a ambos lados- la corteza oceánica es más antigua.

Punto	Distancia a la dorsal (km)	Edad (millones de años)
1	200	10
2	450	23
3	500	25
4	650	33
5	700	35
6	1000	50
7	1400	70
8	1900	95

Fig. 2.3 Edad y distancia de las 8 extracciones del fondo oceánico.

Actividades

A. Explica cómo los fenómenos asociados a la dorsal (movimientos sísmicos, temperatura elevada en su interior y escasa sedimentación sobre ella) apoyan la hipótesis elaborada por Harry Hess en 1962 sobre la expansión del fondo oceánico.

B. Representa en un sistema de coordenadas los resultados de la tabla de la figura 2.3.

C. Fíjate en los datos de la tabla e indica qué muestra es la más reciente y cuál la más antigua.

D. Según estos datos, ¿es correcto afirmar que los materiales más recientes de la corteza oceánica están en el rift de la dorsal y los más antiguos están cerca de los continentes? Razona la respuesta.

E. Calcula la velocidad de expansión del fondo oceánico para el segmento de la dorsal estudiado.

F. Por los datos que aporta el mapa, ¿qué parte del océano Atlántico se formó en primer lugar la del norte o la del sur? ¿En qué te basas?

Fig. 2.4 Edad de las rocas de la corteza del océano Atlántico.

JURÁSICO (Hasta 190 m.a.)
CRETÁCICO (Hasta 135 m.a.)
PALEOCENO (Hasta 65 m.a.)
EOCENO (Hasta 54 m.a.)
OLIGOCENO (Hasta 37,5 m.a.)
MIOCENO (Hasta 23 m.a.)
PLIOCENO (De 1,8 a 23 m.a.)

151

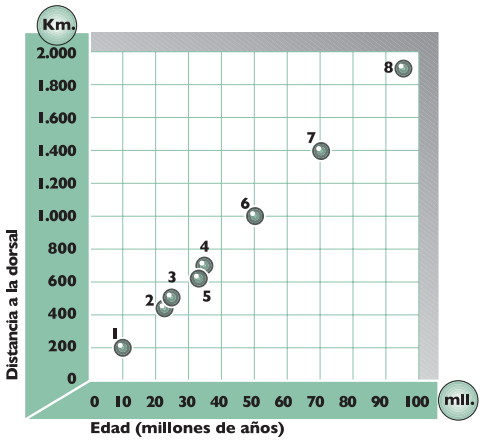
Actividades

A. Explica cómo los fenómenos asociados a la dorsal (movimientos sísmicos, temperatura elevada en su interior y escasa sedimentación sobre ella) apoyan la hipótesis elaborada por Harry Hess en 1962 sobre la expansión del fondo oceánico.

Si como dice Hess, por la dorsal emerge material magmático que desplaza al que había antes, es lógico que la temperatura sobre la dorsal sea un poco más elevada y que se originen fricciones que den lugar a movimientos sísmicos. Además, si sale magma continuamente que desplaza al anterior, significa que es joven y eso lo corrobora el que apenas presente sedimentos.

B. Representa en un sistema de coordenadas los resultados de la tabla de la figura 2.3.

La tabla queda de la siguiente manera:



SOLUCIONARIO

Fíjate

Según la figura, ¿cómo se explica la presencia de la simetría de bandas magnéticas a ambos lados de la dorsal?

La simetría de la alternancia de bandas magnéticas (con distinta orientación norte/sur) a ambos lados de la dorsal llamó poderosamente la atención a los científicos F. Vine y D. Matthews. La única explicación posible que encontraron estos científicos es que por el rift de la dorsal sale magma y se va depositando a ambos lados. Esto da lugar a nueva corteza oceánica que va desplazando a la antigua. A medida que se solidifica el magma las partículas magnéticas se orientan hacia el norte magnético. Como en el transcurso de millones de años los polos magnéticos han sufrido sucesivas inversiones, las partículas magnéticas de la lava expulsada por el rift se han ido orientando al polo norte magnético del momento. Esto es lo que ha dado lugar a la simetría de la alternancia de bandas magnéticas a ambos lados de la dorsal.

C. Fíjate en los datos de la tabla e indica qué muestra es la más reciente y cuál la más antigua.

La muestra más reciente es la 1 y la más lejana es la 8.

D. Según estos datos, ¿es correcto afirmar que los materiales más recientes de la corteza oceánica están en el rift de la dorsal y los más antiguos están cerca de los continentes? Razona la respuesta.

Como vemos en la tabla y en la gráfica, sí.

E. Calcula la velocidad de expansión del fondo oceánico para el segmento de la dorsal estudiado.

D. Punto 1: v = 20 km/m.a. Punto 5: v = 20 km/m.a.
Punto 2: v = 19,56 km/m.a. Punto 6: v = 20 km/m.a.
Punto 3: v = 20 km/m.a. Punto 7: v = 20 km/m.a.
Punto 4: v = 19,69 km/m.a. Punto 8: v = 20 km/m.a.

F. Por los datos que aporta el mapa, ¿qué parte del océano Atlántico se formó en primer lugar la del norte o la del sur? ¿En qué te basas?

El Atlántico Norte se formó en primer lugar, ya que en las zonas más alejadas de la dorsal (limitando ya con África y América del Norte) encontramos materiales del Jurásico, que no aparecen en el Atlántico Sur.

RESUMEN

El hallazgo de las placas litosféricas en las que se encuentra fragmentada la litosfera es un buen ejemplo de investigación y deducción a partir de los datos observados en fenómenos de origen interno como son los movimientos sísmicos y los volcanes.

Le Pichon y Morgan entendieron que estos fenómenos se producen en zonas inestables de la litosfera, por lo que dedujeron que la litosfera estaba fragmentada en bloques en cuyos límites se producían los movimientos sísmicos y los volcanes.

Basándose en esto se aceptan un total de 8 placas principales, además de otras secundarias más pequeñas.



3 Las placas litosféricas

Distribución de volcanes y terremotos

En 1968 Le Pichon y Morgan afirmaron que la superficie de la Tierra era como un mosaico de bloques que llamaron placas litosféricas. Esto significa que la capa que envuelve la Tierra, llamada litosfera, está fracturada y agrietada en placas más o menos grandes.

Para llegar a esta conclusión se basaron en los movimientos sísmicos y los volcanes que azotan a la Tierra. Cogieron dos mapas mundiales y situaron en uno la localización de los movimientos sísmicos ocurridos en la Tierra durante los últimos años y en el otro los volcanes. Obtuvieron estos mapas (figs. 3.1 y 3.2):

Fig. 3.1 Localización de los movimientos sísmicos en el Planeta.

Fig. 3.2 Localización de los volcanes en el Planeta.

Le Pichon y Morgan comprendieron que los movimientos sísmicos y los volcanes se producen en zonas inestables de la Tierra. Como estas zonas inestables están muy localizadas en el Planeta (como se puede ver en las figuras 3.1 y 3.2) esto significa que la litosfera no es un bloque único y compacto como la cáscara de un huevo, sino que está fracturado en bloques o placas más pequeños.

152

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGUÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Adquiere terminología sobre las placas litosféricas.	Texto
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza e interpreta la información que proporciona la distribución de los movimientos sísmicos y los volcanes en el Planeta.	Actividades A, B, C
V. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar y realizar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Traza el mapa de las placas litosféricas a partir del mapa de la distribución de los movimientos sísmicos y los volcanes en el Planeta.	Actividades B



Las líneas de fractura son precisamente las líneas de inestabilidad que nos muestran los mapas.

A partir de esto en 1968 dichos investigadores publicaron el primer mapa de placas litosféricas. Aunque con los años se ha modificado levemente, en la actualidad la comunidad científica acepta un total de 8 placas principales además de otras secundarias (fig. 3.3). Sobre estas últimas puede haber pequeñas diferencias de interpretación, pues, a pesar de todo, sigue habiendo algunos bordes de placas de difícil localización o interpretación.

Aunque el espesor de las placas es muy variable, podemos considerar que es de 100 km y abarca la **litosfera**, la cual consta de la corteza y los primeros kilómetros del manto superior. Es de naturaleza sólida y rígida y descansa sobre la **astenosfera**, capa de comportamiento plástico.

Las 8 placas principales son: la del Pacífico, la Norteamericana, la de Nazca, la Sudamericana, la Euroasiática, la africana, la indoaustraliana y la antártica.

Además de estas existen otras medianas, de menor extensión, pero también importantes como la de cocos, la del caribe, la arábiga y la de las islas Filipinas, entre otras.

Fig. 3.3 Mapa de las placas litosféricas.

Una idea globalizadora

Todos estos indicios, descubrimientos e hipótesis aportados desde Wegener hasta nuestros días se han conjuntado en una idea globalizadora que es la **Teoría de la Tectónica global o de Placas.**

Esta idea se basa en la existencia de una capa externa (la litosfera) rígida y fragmentada en bloques llamados placas litosféricas, que reposa sobre otra capa de comportamiento plástico, la astenosfera.

Esta idea cambió la forma de ver y entender los grandes fenómenos geológicos como los volcanes, los terremotos y los procesos de formación de las montañas.

Actividades

A Los movimientos sísmicos y los volcanes, ¿se encuentran distribuidos de manera uniforme por la superficie o se concentran en unas zonas más que en otras? ¿Qué puede indicar esto?

B Traza tú mismo el mapa de las placas. Para ello calca en un papel fino uno de los dos mapas mundiales y sitúa en él los movimientos sísmicos y los volcanes. Tendrás la superficie de la Tierra dividida en bloques o placas.

C Compara el modelo sobre las placas que has elaborado en el ejercicio anterior con el que han elaborado los científicos. ¿Coincides con ellos sobre la localización de las grandes placas?

153

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Los movimientos sísmicos y los volcanes, ¿se encuentran distribuidos de manera uniforme por la superficie o se concentran en unas zonas más que en otras? ¿Qué puede indicar esto?

Como se puede ver en los dos mapas, tanto los movimientos sísmicos como los volcanes se encuentran concentrados en determinadas zonas del Planeta que forman franjas alargadas. Como los movimientos sísmicos y los volcanes se originan como consecuencia de la inestabilidad interna de la Tierra, esto indica que dichas franjas son zonas inestables donde puede haber fricción de masas rocosas.

B. Traza tú mismo el mapa de las placas. Para ello calca en un papel fino uno de los dos mapas mundiales y sitúa en él los movimientos sísmicos y los volcanes. Tendrás la superficie de la Tierra dividida en bloques o placas.

Como resultado de realizar este apartado, el mapa que deben de obtener es el de Tierra fracturada en bloques litosféricos.

C. Compara el modelo sobre las placas que has elaborado en el ejercicio anterior con el que han elaborado los científicos. ¿Coincides con ellos sobre la localización de las grandes placas?

Si han hecho bien el mapa de la actividad anterior, les debe de coincidir bastante con el mapa de las placas elaborado por los científicos.

RESUMEN

La causa de las tensiones que se originan en los límites de las placas es debido a que estas se mueven. Según el movimiento relativo que se produzca entre las dos placas distinguiremos tres tipos de límites:

- Límites divergentes, donde las placas litosféricas se separan. En ellos sale magma del interior y se construye litosfera. Aquí se encuentran las dorsales.
- Límites convergentes, donde las placas chocan y se pierde litosfera. Encontraremos las zonas de subducción.
- Límites transformantes, donde las placas rozan horizontalmente. Aquí ni se construye, ni se destruye litosfera, por lo que también se llaman conservativos.



4 Las placas se mueven

Fíjate

Fig. 4.1 Huevo con la cáscara fragmentada en piezas o placas simulando ser la litosfera terrestre.

a) Los fragmentos de cáscara de huevo al desplazarse generan tres tipos de contactos entre ellos (según el sentido de desplazamiento). Indícalos y explica qué puede suceder en ellos.

Ahora viene lo más interesante, ¡las placas se mueven!. Si las placas no se movieran, no se originarían tensiones en sus bordes, por lo tanto, no se producirían ni movimientos sísmicos, ni volcanes.

Según esto, la superficie de la Tierra es como un mosaico de piezas o placas que se desplazan horizontalmente sobre una capa plástica que es la astenosfera. Haciendo un símil es como si un huevo tuviera la cáscara fragmentada en piezas o placas de distinto tamaño que se mueven horizontalmente (fig. 4.1). En unos casos las placas chocarían, en otros se separarían y en otros rozarían lateralmente.

Volviendo a la Tierra, en los bordes donde se encuentran las dorsales, las placas se separan, y se llaman **límites divergentes o constructivos**. Por contra, si en un lado las placas se separan, en otro, chocarán; se trata de los **límites convergentes o destructivos**. Por último, existe un tercer tipo de borde de placas, donde ni se separan, ni chocan, lo único que ocurre es el rozamiento lateral entre ellas al desplazarse en sentidos opuestos. Se trata de los **límites transformantes o conservativos** donde se originan un tipo de fallas que por su peculiar movimiento de bloques se llaman fallas transformantes.

En la figura 4.2 se encuentran representadas varias placas y los tres tipos de límites que las bordean.

Fig. 4.2 Los límites entre las placas.

154

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGUÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Adquiere terminología sobre el movimiento de las placas y las fallas transformantes.	Texto
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza e interpreta la información que proporciona el texto y las figuras sobre el movimiento de las placas y las fallas transformantes.	Fíjate 4.3 Actividades A, B, C, D
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Da explicaciones sobre lo que puede ocurrir en los límites de los fragmentos de cáscara de huevo según los movimientos que presenten dichos fragmentos y lo traslada a lo que sucederá en los límites de las placas.	Fíjate 4.1
V. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar y realizar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Interpreta la fotografía de la falla de San Andrés realizando un dibujo esquemático de ella.	Fíjate 4.3



LÍMITES TRANSFORMANTES

El terremoto de San Francisco en 1906 es, quizás, el peor que han sufrido sus habitantes. Gran parte de la ciudad se quedó en ruinas y los incendios que se produjeron a continuación empeoraron la situación.

Pero no ha sido éste el único; en los últimos 100 años esta zona californiana ha sufrido centenares de temblores, algunos de ellos muy graves para la población. Cabe destacar el de San Fernando el 9 de febrero de 1971 y el de San Francisco el 17 de octubre de 1989.

¿Por qué es esta una zona tan inestable? La respuesta nos la da la Tectónica de Placas. La ciudad de San Francisco está situada en el límite entre dos placas, concretamente entre la placa Pacífica y la Norteamericana. Estas placas se desplazan horizontalmente en sentidos opuestos, lo que da lugar a un tipo de falla muy peculiar denominada **falla transformante** (fig. 4.4.). La que se ha originado en este lugar recibe el nombre de **falla de San Andrés** (fig. 4.3) y es la causante de los terremotos que afectan al estado de California. En el de 1906 un bloque se desplazó 6 metros con respecto al otro en menos de un minuto.

En las fallas transformantes la litosfera ni se fabrica, ni se destruye, de ahí que los límites de placas en los que se encuentran estas estructuras reciban el nombre de **límites conservativos.**

Sin embargo, es en las dorsales donde se encuentra la mayoría de estas estructuras. Aparecen cortándolas perpendicularmente (cada 50 a 100 km, por término medio) y dan la impresión de desplazar lateralmente la dorsal, como se aprecia en la figura 4.4.

Fig. 4.4 Dorsal cortada por fallas transformantes.

Fíjate

Fig. 4.3 Falla de San Andrés.

a) ¿Qué dos placas aparecen en la fotografía (consulta la figura 4.2).
b) Haz un dibujo esquemático de la foto indicando el límite entre las dos placas y el sentido de desplazamiento.

Actividades

A Basándote en la figura 4.2. señala:
1. Las zonas donde las placas se separan y la estructura que se origina.
2. Las zonas donde chocan.
3. Los límites donde hay rozamiento y las estructuras que se forman.
4. Por último, indica en cuál de estos tres límites se pueden formar cadenas montañosas y por qué lo deduces.

B ¿Por qué a los límites transformantes también se les llama conservativos?

C Una característica de las dorsales es la presencia de movimientos sísmicos ¿A qué crees que son debidos?

D Indica la zona de las fallas transformantes que cortan la dorsal que tendrá mayor actividad sísmica. ¿En qué te basas?

Fíjate

Fig. 4.1

Los fragmentos de cáscara de huevo al desplazarse generan tres tipos de contactos entre ellos (según el sentido de desplazamiento). Indícalos y explica qué puede suceder en ellos.

Solución a las cuestiones:

Como se puede ver se generan tres tipos de contactos: de choque o compresión, de distensión y de rozamiento paralelo.

Fig. 4.3

a. ¿Qué dos placas aparecen en la fotografía (consulta la figura 4.2).

La placa Pacífica y la placa Norteamericana.

b. Haz un dibujo esquemático de la foto indicando el límite entre las dos placas y el sentido de desplazamiento.

Según la fotografía el límite entre las dos placas lo indicaría el surco o fisura que la recorre de norte a sur. Atendiendo a la figura 4.2, el bloque de la izquierda se desplazaría hacia el norte y el bloque de la derecha hacia el sur.

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Basándote en la figura 4.2. señala:

1. Las zonas donde las placas se separan y la estructura que se origina.

2. Las zonas donde chocan.

3. Los límites donde hay rozamiento y las estructuras que se forman.

4. Por último, indica en cuál de estos tres límites se pueden formar cadenas montañosas y por qué lo deduces.

1. Las placas se separan a partir de las franjas rojas donde están las flechas que indican separación. Se originan las dorsales.

2. Las placas chocan donde las flechas convergen. Está indicado por hileras de triángulos negros pequeños.

3. Los límites donde hay rozamiento están indicados por líneas azules que presentan a cada lado flechas opuestas.

4. Las cadenas de montañas se producen donde las placas chocan y como consecuencia el terreno se eleva.

B. ¿Por qué a los límites transformantes también se les llama conservativos?

Porque en ellos ni se crea ni se destruye corteza oceánica.

C. Una característica de las dorsales es la presencia de movimientos sísmicos ¿A qué crees que son debidos?

Los movimientos sísmicos son debidos a la separación de las placa a partir de la dorsal y a las fallas transformantes.

D. Indica la zona de las fallas transformantes que cortan la dorsal que tendrá mayor actividad sísmica. ¿En qué te basas?

La zona más activa es la que está situada entre los dos fragmentos de la dorsal, ya que en ella las placas tienen sentidos opuestos.

RESUMEN

En los límites divergentes las dos placas se separan. Encontramos aquí las dorsales oceánicas por cuyo rift sale magma que dará lugar al crecimiento de la corteza oceánica, por lo que también se llaman límites constructivos.

Se producen fenómenos de vulcanismo, observados con la salida de magma y numerosos fenómenos sísmicos como consecuencia de las fallas transformantes que cortan la dorsal a lo largo de todo su recorrido.

Estos límites se originan a partir de las tensiones que provocan la fractura de un continente y la posterior formación de un océano.



5 Límites divergentes

Estos límites entre placas se llaman **constructivos** porque en ellos se fabrica la litosfera, debido a la aportación de material magmático procedente del manto. En esta zona encontramos la **dorsal oceánica** que, como hemos visto, es una elevación del suelo oceánico de unos 70 000 km de longitud que recorre los océanos.

La dorsal se origina por el magma que sale del rift o valle situado en su zona más elevada y que la recorre longitudinalmente a lo largo de su eje (fig. 5.1). A partir del rift las placas se van separando por la acción de fuerzas divergentes. Los movimientos sísmicos registrados son de foco somero y poca intensidad.

La dorsal puede tener 1 000 km de anchura y entre 1 000 y 2 000 m de altura. Esto nos da una idea de la suavidad de su pendiente.

Si analizamos el rift (fig. 5.1) vemos en su zona central unos pequeños abultamientos por donde sale la lava, que debido a su rápido enfriamiento adquiere forma almohadillada (1). A ambos lados (2) se encuentran numerosas grietas paralelas al eje de la dorsal (fig. 5.2). En la zona más alejada se aprecian bloques fallados como consecuencia de fuerzas divergentes o de distensión (3). En el rift no hay casi sedimentación.

Fig. 5.1 El rift de la dorsal.

Fig. 5.2 Grieta en el rift de la dorsal.

Fíjate

Fig. 5.3 Cámara magmática

a) Si el magma se solidifica continuamente sobre las paredes de la cámara magmática, ¿por qué esta no acaba cerrándose y taponándose totalmente?

Cómo se fabrica la corteza oceánica en una dorsal

Estudios sismológicos en las dorsales han constatado una disminución en la velocidad de las ondas sísmicas debajo de ellas. Este fenómeno indica que en la corteza existe una zona, llamada **cámara magmática**, en donde parte de los materiales están fundidos.

A la cámara magmática llegan los materiales procedentes del manto a elevada temperatura. Al llegar allí, debido al descenso de la presión se funden parcialmente y una parte de ellos saldrá al exterior formando las coladas de lava almohadillada del suelo oceánico. El magma que queda en la cámara magmática se solidifica lentamente sobre las paredes de esta. Este proceso se produce de manera continuada debido a la separación de las placas a partir del rift (fig. 5.3).

156

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGUÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Adquiere terminología sobre los límites divergentes.	Texto
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza e interpreta la información sobre la formación de un océano.	Actividades A, B, C
	III. 3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Analiza lo que sucede en el interior de la cámara magmática de la dorsal para deducir por qué no se cierra definitivamente.	Fíjate
V. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.4. Interpretar y realizar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	A partir de la información aportada por la formación de un océano realiza un mapa del futuro de África.	Actividades C



La formación de un océano

Los océanos se forman por la fractura de un continente y posterior separación en dos. El proceso se produce de la siguiente manera: Ascenso de material plástico a elevada temperatura procedente de la astenosfera en forma de bolsas o plumas. Una parte de este material perfora la litosfera y otra parte discurre por debajo de ella en sentidos opuestos. Esto provoca un abombamiento de la litosfera (fig. 5.4 a).

Al mismo tiempo se generan fuerzas de distensión que tiran hacia ambos lados, lo que provoca estiramiento de la litosfera y posterior fractura de la corteza en bloques que se hunden. Se forma el **rift continental** (fig. 5.4 b). Se originan fenómenos sísmicos, erupciones volcánicas y también se forman lagos a lo largo del valle.

Las fuerzas divergentes separan los dos bloques y el rift se agranda a lo ancho y a lo largo, de tal manera que contactará con algún océano y será invadido por el mar. Continúa la emisión de magma que generará corteza oceánica. Tendremos un mar somero (fig. 5.4 c).

La separación de los bloques continúa con la salida de magma que dará lugar a la dorsal oceánica y, en consecuencia, a un océano (fig. 5.4 d).

Todo este proceso se puede observar en la actualidad en el este de África. En esta zona se encuentra un valle muy largo llamado **rift continental**. En él se han formado algunos lagos debido a que determinados tramos de la depresión quedan inundados por el agua de algunos ríos. También aparecen en él fenómenos volcánicos (fig. 5.5).

Hacia el norte se encuentra una franja estrecha de mar que separa África de Asia, el **Mar Rojo**, en cuyo fondo se está generando suelo oceánico.

Por último, al noroeste del rift, en el **Golfo de Adén**, el océano se ensancha. El fondo está constituido por corteza oceánica y ya se empieza a vislumbrar la dorsal oceánica situada en una zona intermedia entre Arabia y África. Este incipiente océano comenzó a formarse hace unos 10 millones de años. Un gran océano como el Atlántico ha tardado en formarse 180 millones de años.

Fig. 5.5 Gran valle del rift en África oriental.

Fig. 5.4 Formación de un océano.

Actividades

A. Relaciona cada uno de los lugares descritos en África con los bloques representados en la figura 5.4.

B. ¿Qué relación hay entre el rift continental y el rift de la dorsal?

C. Según lo expuesto, dibuja el mapa de África que se podría observar dentro de unos cuantos millones de años.

SOLUCIONARIO

Fíjate

Si el magma se solidifica continuamente sobre las paredes de la cámara magmática, ¿por qué esta no acaba cerrándose y taponándose totalmente?

La cámara magmática no se cierra porque al mismo tiempo que se produce la solidificación del magma sobre sus paredes, las placas se separan.

Actividades

A. Relaciona cada uno de los lugares descritos en África con los bloques representados en la figura 5.4.

La etapa de rift continental de África corresponde a la figura b.

La etapa de Mar Rojo corresponde a la figura c.

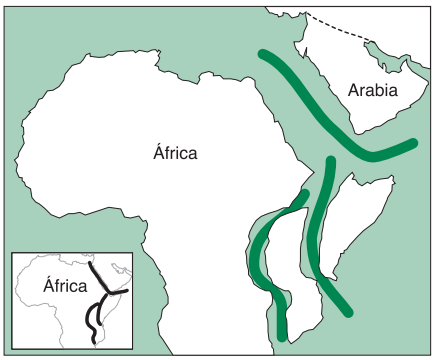
La etapa del Golfo de Aden corresponde a la figura d.

B. ¿Qué relación hay entre el rift continental y el rift de la dorsal?

El rift continental pasará a ser el rift de la dorsal cuando se forme el océano.

C. Según lo expuesto, dibuja el mapa de África que se podría observar dentro de unos cuantos millones de años.

África quedaría de la siguiente manera:



RESUMEN

En los límites convergentes las placas chocan, lo que provoca en la mayoría de casos que una placa se introduzca por debajo de la otra. Es lo que llamamos zona de subducción y en ellos se pierde litosfera oceánica por lo que también se llaman límites destructivos.

La consecuencia de este colosal choque de placas es la formación de fosas oceánicas y de cadenas montañosas, aparte de volcanes y movimientos sísmicos.

En algunos casos no se produce subducción, se trata del choque de dos placas continentales.



6 Los límites convergentes

Fíjate

Fig. 6.1 Zona de Benioff.

Km 0 100 200

Hipocentros o focos de terremotos

a) Basándote en la situación de los focos de los movimientos sísmicos señala la zona donde se produce la subducción.

Los límites convergentes también se llaman límites destructivos porque en ellos la litosfera se consume al introducirse hacia el interior.

La existencia de estos límites es fácil de suponer, ya que si hemos comprobado que en determinados lugares se crea litosfera a partir de materiales de la astenosfera, es lógico pensar que existen otras zonas donde la litosfera se introduce nuevamente hacia el interior. De lo contrario la Tierra aumentaría su volumen. Estos límites son **zonas de subducción.**

Los científicos dedujeron las zonas de subducción a partir del mapa de los movimientos sísmicos. Si nos fijamos en una zona de estas, como es la costa oeste sudamericana y situamos los focos de los movimientos sísmicos que tienen lugar allí, obtendremos la figura 6.1. En esta figura vemos que dichos focos son más profundos a medida que avanzamos hacia el continente, formando un plano inclinado. A esta localización tan peculiar de los focos se llama **zona de Benioff.**

La interpretación que dan los científicos a la zona de Benioff es que como consecuencia del choque entre la placa oceánica y la continental, la oceánica se introduce por debajo del continente. Esto origina fuertes rozamientos que dan lugar a los movimientos sísmicos. Además este rozamiento aumenta la temperatura de los materiales hasta tal punto que los puede fundir y originar magma que emigrará hacia la superficie (fig. 6.2).

En los bordes convergentes también se pueden formar fosas submarinas, cadenas montañosas y arcos de islas.

Los límites convergentes se pueden dar entre dos placas oceánicas, una placa oceánica y continental o dos placas continentales.

Convergencia placa oceánica- placa continental

Al chocar una placa oceánica contra una continental se formará una cadena montañosa, proceso denominado **orogénesis.** Se produce de la siguiente manera. La placa oceánica, más densa y delgada se introduce por debajo de la continental. El arrastre de los materiales hacia el interior formará una fosa oceánica. Los sedimentos acumulados entre las dos placas se comprimen hacia el continente, deformándose en pliegues y fallas, lo que da lugar al **prisma de acreción.** Además parte de estos materiales presenta un intenso metamorfismo. Si la subducción continúa el prisma de acreción se elevará por encima del nivel del mar y quedará adosado al continente (fig.6.3).

Al mismo tiempo, a medida que la placa oceánica subduce, aumenta la temperatura llegando a fundir las rocas del manto dando lugar a magma que ascenderá en forma de grandes bolsas. El magma puede salir a la superficie y dar lugar a volcanes, o puede enfriarse y solidificarse antes de alcanzar la superficie. Este proceso continuado contribuirá a formar la cadena montañesa (fig. 6.3). Un ejemplo de este tipo lo tenemos en los Andes.

Sedimento del margen deformado

Fosa

Km 0 100 200

Litosfera continental

Fusión

Litosfera oceánica

Astenosfera

Fig. 6.2 Zona de subducción.

Características que presentan las cadenas montañosas:

- Son estructuras alargadas en conjunto.
- Sus materiales están deformados dando lugar a pliegues y fallas.
- Se dan, en muchos casos, fenómenos sísmicos y volcánicos.
- Es frecuente encontrar fósiles marinos.

158

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGUÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Adquiere terminología específica sobre los límites convergentes y las estructuras que se forman	Texto
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Comprende y construye un texto dirigido a argumentar la formación de las cadenas montañosas a partir de lo que sucede en estos límites.	Actividades C
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, ...	Analiza e interpreta la presencia actual de fósiles marinos en las montañas emitiendo una explicación crítica.	Actividades A
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales...	Analiza e interpreta la información que proporcionan los límites convergentes y las estructuras y fenómenos que se forman en ellos.	Fíjate Actividades B
	III. 3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos...	Formula un razonamiento científico de la explicación que da la teoría de la tectónica de placas sobre la formación de las cadenas montañosas	Actividades C
VIII. COMPETENCIA AUTONOMÍA E INICIATIVA PERSONAL	VIII.1. Desarrollar un espíritu crítico capaz de cuestionar dogmas y desafiar prejuicios,...	Analiza e interpreta la presencia actual de fósiles marinos en las montañas emitiendo una explicación que se cuestionará dogmas por lo que tendrá una actitud crítica	Actividades A

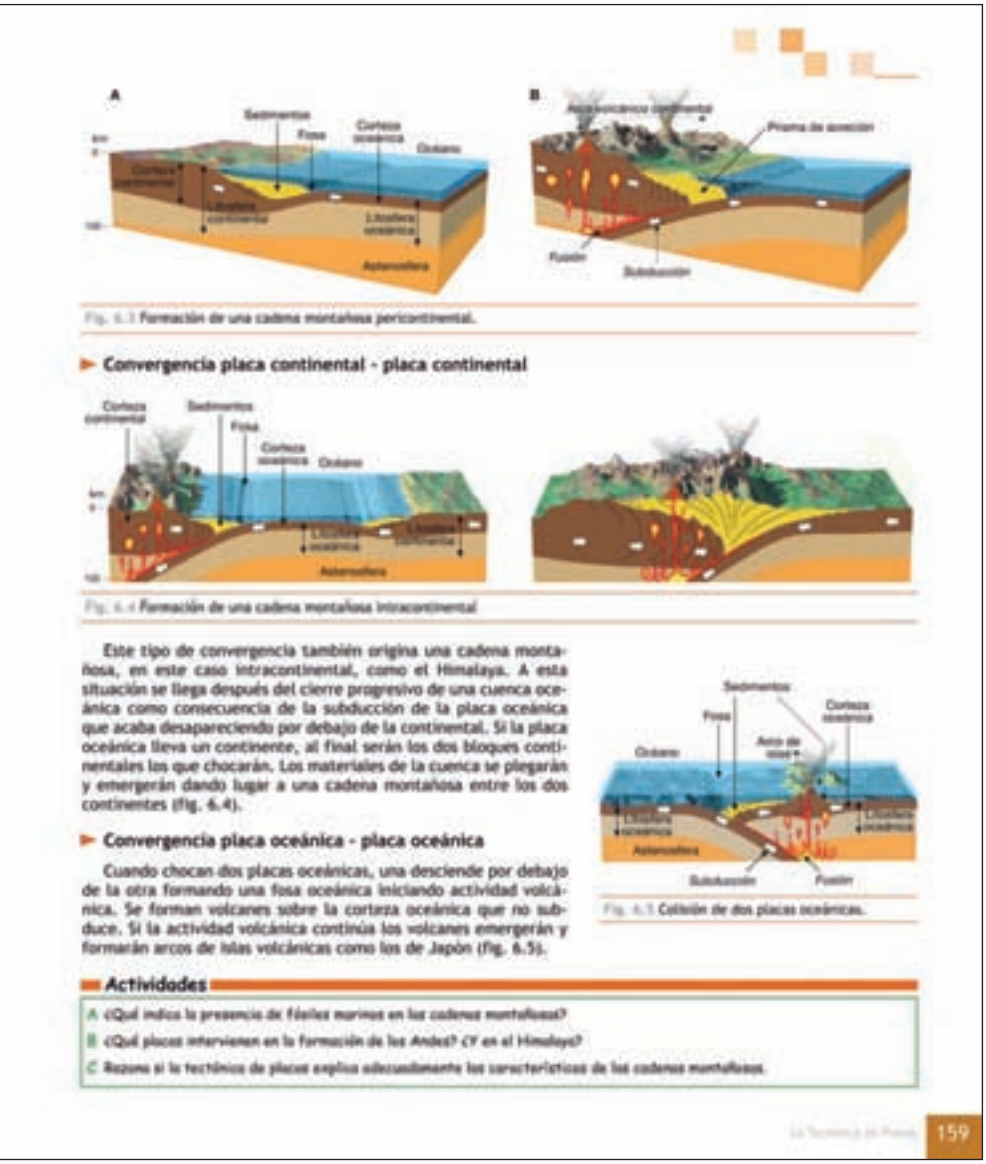


Fig. 6.3 Formación de una cadena montañosa pericontinental.

► **Convergencia placa continental - placa continental**

Fig. 6.4 Formación de una cadena montañosa intracontinental

Este tipo de convergencia también origina una cadena montañosa, en este caso intracontinental, como el Himalaya. A esta situación se llega después del cierre progresivo de una cuenca oceánica como consecuencia de la subducción de la placa oceánica que acaba desapareciendo por debajo de la continental. Si la placa oceánica lleva un continente, al final serán los dos bloques continentales los que chocarán. Los materiales de la cuenca se plegarán y emergerán dando lugar a una cadena montañosa entre los dos continentes (fig. 6.4).

► **Convergencia placa oceánica - placa oceánica**

Cuando chocan dos placas oceánicas, una desciende por debajo de la otra formando una fosa oceánica iniciando actividad volcánica. Se forman volcanes sobre la corteza oceánica que no subduce. Si la actividad volcánica continúa los volcanes emergerán y formarán arcos de islas volcánicas como los de Japón (fig. 6.5).

Fig. 6.5 Colisión de dos placas oceánicas.

Actividades

A ¿Qué indica la presencia de fósiles marinos en las cadenas montañosas?

B ¿Qué placas intervienen en la formación de los Andes? ¿Y en el Himalaya?

C Razona si la tectónica de placas explica adecuadamente las características de las cadenas montañosas.

SOLUCIONARIO

Fíjate

Basándote en la situación de los focos de los movimientos sísmicos, señala la zona donde se produce la subducción.

Precisamente el límite entre las dos placas donde se produce el rozamiento debido a la subducción, es la zona donde se encuentran los focos de los movimientos sísmicos.

Actividades

A. ¿Qué indica la presencia de fósiles marinos en las cadenas montañosas?

Los fósiles marinos indican que las montañas eran zonas sumergidas donde existía vida marina antes de elevarse.

B. ¿Qué placas intervienen en la formación de los Andes? ¿Y en el Himalaya?

Las placas que han originado los Andes son la Sudamericana y la de Nazca.

Las placas que han originado el Himalaya son la Asiática y la Indoaustraliana.

C. Razona si la tectónica de placas explica adecuadamente las características de las cadenas montañosas.

En esta actividad se espera que los alumnos y las alumnas mantengan una visión crítica ante las diversas hipótesis y teorías que propone la comunidad científica. Para ello se les propone que razonen y critiquen si la teoría en cuestión cumple, a su manera de ver, todas las características que presentan las cadenas montañosas y que son las siguientes:

- Las cadenas montañosas son estructuras alargadas en conjunto.
- Sus materiales están deformados dando lugar a pliegues y fallas.
- Se dan, en muchos casos, fenómenos sísmicos y volcánicos.
- Es frecuente encontrar fósiles marinos.

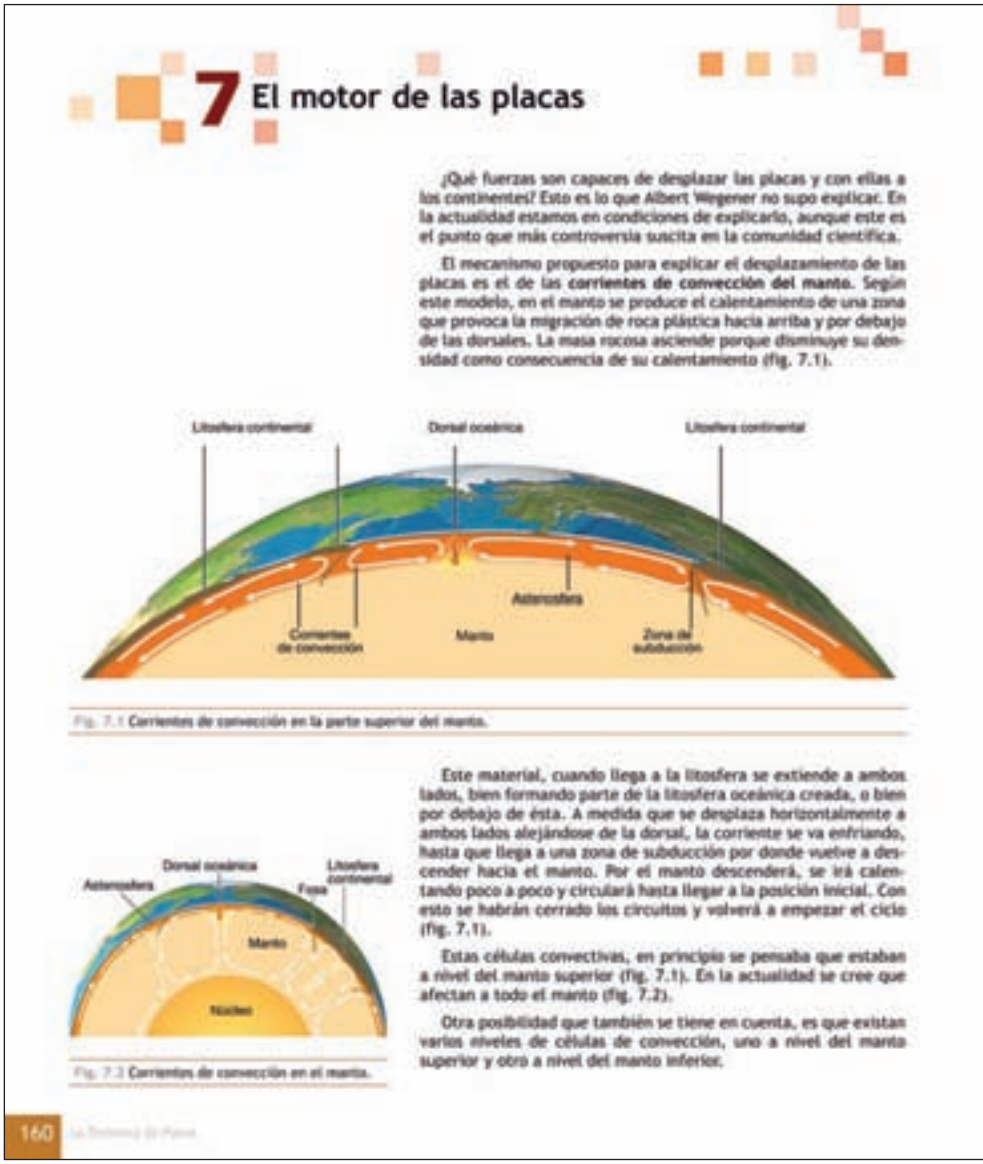
Es de suponer que después de su razonamiento lleguen a la conclusión de que esta teoría orogénica cumple los 4 puntos y que, por tanto, dicha teoría puede ser válida.

RESUMEN

De todos los postulados que presenta la teoría de la tectónica de placas, hay uno que es el más complejo de demostrar, el motor, la causa que provoca el desplazamiento de las placas litosféricas. Esto es así porque imaginar fuerzas tan poderosas como para mover placas cuya masa es de billones de toneladas es muy complicado.

En la actualidad la comunidad científica propone a las corrientes de convección del manto como el origen del desplazamiento de las placas. No obstante los mecanismos por los cuales estas corrientes provocan dicho desplazamiento han sido motivo de controversia, aunque en la actualidad están bastante claros.

Por último podemos concluir que el desplazamiento de las placas se ha comprobado midiendo por satélite la separación entre los continentes.



7 El motor de las placas

¿Qué fuerzas son capaces de desplazar las placas y con ellas a los continentes? Esto es lo que Albert Wegener no supo explicar. En la actualidad estamos en condiciones de explicarlo, aunque este es el punto que más controversia suscita en la comunidad científica.

El mecanismo propuesto para explicar el desplazamiento de las placas es el de las **corrientes de convección del manto**. Según este modelo, en el manto se produce el calentamiento de una zona que provoca la migración de roca plástica hacia arriba y por debajo de las dorsales. La masa rocosa asciende porque disminuye su densidad como consecuencia de su calentamiento (fig. 7.1).

Fig. 7.1 Corrientes de convección en la parte superior del manto.

Este material, cuando llega a la litosfera se extiende a ambos lados, bien formando parte de la litosfera oceánica creada, o bien por debajo de ésta. A medida que se desplaza horizontalmente a ambos lados alejándose de la dorsal, la corriente se va enfriando, hasta que llega a una zona de subducción por donde vuelve a descender hacia el manto. Por el manto descenderá, se irá calentando poco a poco y circulará hasta llegar a la posición inicial. Con esto se habrán cerrado los circuitos y volverá a empezar el ciclo (fig. 7.1).

Fig. 7.2 Corrientes de convección en el manto.

Estas células convectivas, en principio se pensaba que estaban a nivel del manto superior (fig. 7.1). En la actualidad se cree que afectan a todo el manto (fig. 7.2).

Otra posibilidad que también se tiene en cuenta, es que existan varios niveles de células de convección, uno a nivel del manto superior y otro a nivel del manto inferior.

160

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGUÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Adquiere la terminología sobre el motor responsable del desplazamiento de las placas litosféricas.	Texto
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.3. Seleccionar las técnicas matemáticas adecuadas para calcular, representar e interpretar la realidad a partir de la información disponible.	Calcula la velocidad a la que se separan algunas placas e interpreta lo que ocurrirá dentro de millones de años.	Actividades B, C, D
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Analiza e interpreta datos del interior terrestre, que confirman la existencia de las corrientes de convección del manto.	Actividades A
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza e interpreta la información que proporciona el texto y las figuras sobre las corrientes de convección del manto.	Texto Actividades A
	III.5. Analizar los fenómenos físicos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar, predecir y tomar decisiones con iniciativa y autonomía personal.	Analiza las principales controversias científicas sobre la causa del movimiento de las placas.	Texto



¿Arrastre, deslizamiento o las dos cosas?

Aunque la comunidad científica acepta la existencia de las corrientes de convección en el manto, no todos están de acuerdo en que son la única causa del movimiento de las placas litosféricas.

Algunos piensan que son las corrientes de convección las que **arrastran** las placas litosféricas por debajo, actuando como una cinta transportadora.

En la actualidad ha cobrado fuerza la idea de que es el propio peso de las placas el que provoca su movimiento, o al menos contribuye a él. De esta manera, las dorsales situadas en medio del océano, están 2 ó 3 kilómetros más elevadas que las zonas de subducción, con lo que las placas pueden **deslizarse** cuesta abajo.

Además, a medida que la litosfera se separa de la dorsal, se va enfriando y por lo tanto aumenta su densidad, lo que favorece su deslizamiento e inmersión en la astenosfera que, recordemos, presenta un comportamiento plástico.

El movimiento de las placas se puede medir

En la actualidad las predicciones que realizó Alfred Wegener sobre la deriva continental se han hecho realidad y **se ha podido medir.** Por ejemplo, que América del Norte y Europa se separan a razón de 2 cm cada año (la misma velocidad a la que crecen las uñas de los dedos de la mano de una persona). Pero, ¿qué instrumento es capaz de medir distancias tan largas y además ser tan preciso?

La tecnología ha proporcionado satélites artificiales capaces de reflejar rayos láser. El procedimiento es como sigue: desde un observatorio en Europa -por ejemplo el de San Fernando en Cádiz- se emiten rayos láser hacia un satélite artificial expresamente preparado con espejos cóncavos. Los rayos rebotan en el satélite y se reciben en determinados observatorios en los Estados Unidos. Gracias a las peculiares características de los rayos láser, cualquier variación en la distancia entre dos puntos podrá ser medida con un error máximo de un milímetro al año (fig. 7.3).

Fig. 7.3 Satélite midiendo la distancia entre Europa y Norteamérica.

Actividades

A. Al analizar la temperatura en el manto se ha llegado a la conclusión de que debajo de las dorsales la temperatura es mayor que en las zonas de subducción. ¿Concuerda este estudio con la existencia de las corrientes de convección del manto? Razona la respuesta.

B. La distancia entre Europa y Norteamérica es de unos 4500 km. Si empezaron a separarse a principios del Jurásico (hace aproximadamente 200 millones de años), ¿a qué velocidad media se han separado durante este tiempo?

C. En África y Sudamérica la distancia es mayor, aproximadamente 5000 km, y empezaron a separarse después, a finales del Jurásico (aproximadamente hace 140 millones de años) ¿A qué velocidad media se han separado?

D. En el caso de mantenerse estos dos ritmos, ¿qué pasará con América Central dentro de unos millones de años?

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Al analizar la temperatura en el manto se ha llegado a la conclusión de que debajo de las dorsales la temperatura es mayor que en las zonas de subducción. ¿Concuerda este estudio con la existencia de las corrientes de convección del manto? Razona la respuesta.

Si que concuerda porque si debajo de las dorsales la corriente es ascendente, los materiales estarán a mayor temperatura, mientras que en las zonas de subducción como el material desciende, lo lógico es que esté a menor temperatura.

B. La distancia entre Europa y Norteamérica es de unos 4500 km. Si empezaron a separarse a principios del Jurásico (hace aproximadamente 200 millones de años), ¿a qué velocidad media se han separado durante este tiempo?

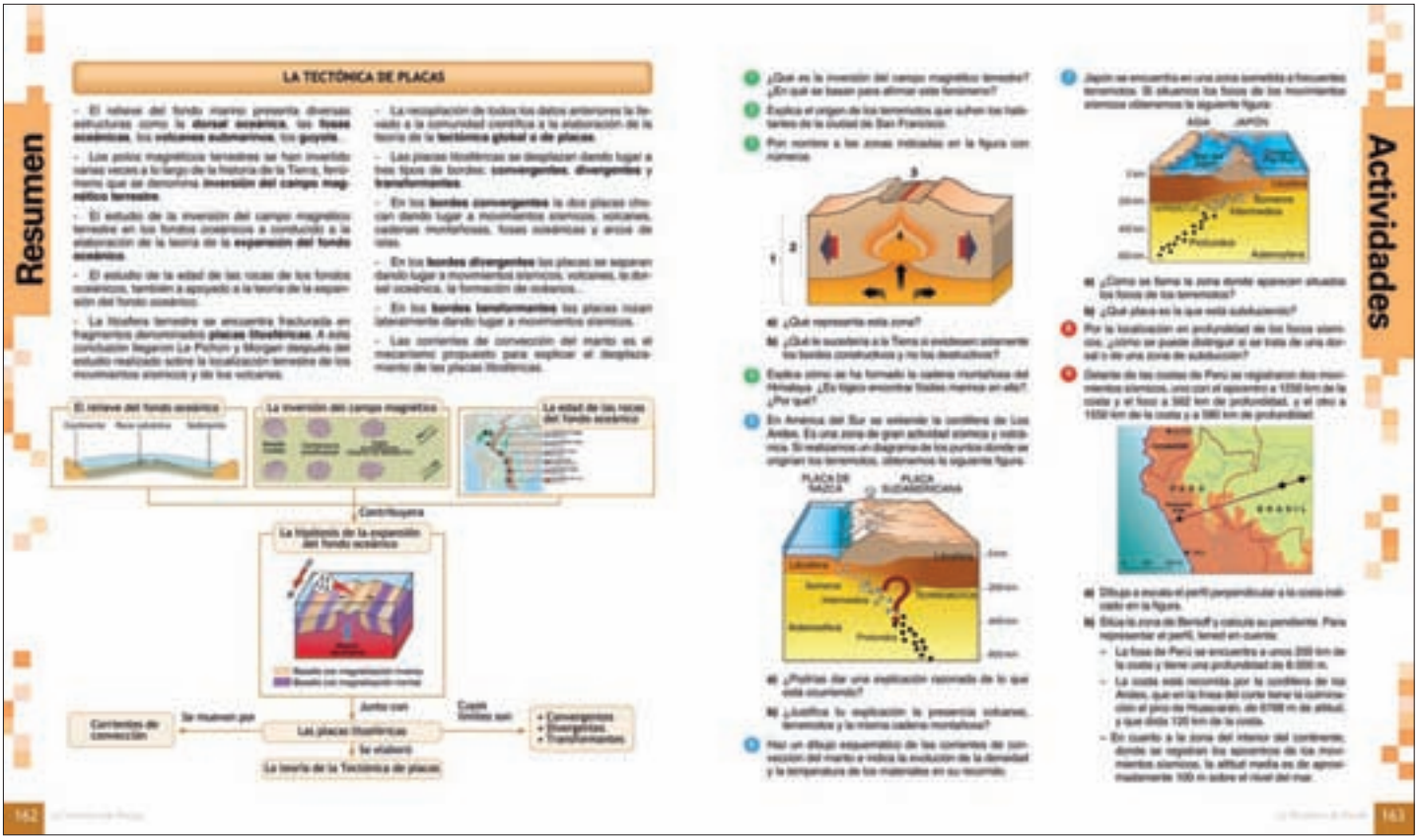
2,25 cm/año.

C. En África y Sudamérica la distancia es mayor, aproximadamente 5000 km, y empezaron a separarse después, a finales del Jurásico (aproximadamente hace 140 millones de años) ¿A qué velocidad media se han separado?

3,57 cm/año.

D. En el caso de mantenerse estos dos ritmos, ¿qué pasará con América Central dentro de unos millones de años?

Al desplazarse Sudamérica hacia el oeste a mayor velocidad que Norteamérica, con el tiempo pueden acabar por separarse por rotura del istmo de Panamá.



DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGUÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Actividades 1, 3, 5, 7
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Actividades 2, 3, 4, 5
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II.5. Integrar el conocimiento matemático con el conocimiento del medio natural.	Actividades 9
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Actividades 4
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Actividades 1, 3, 6, 7
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Actividades 2, 3, 5, 8
	III.5. Analizar los fenómenos físicos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar, predecir y tomar decisiones con iniciativa y autonomía personal.	Actividades 9
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.3.Interpretar y realizar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Actividades 6, 9
VII. COMPETENCIA APRENDER A APRENDER	VII.4.Plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles utilizando diversas estrategias y métodos, para afrontar la toma de decisiones racional y críticamente.	Actividades 5

SOLUCIONARIO

Actividades de refuerzo

1. ¿Qué es la inversión del campo magnético terrestre? ¿En qué se basan para afirmar este fenómeno?

La inversión del campo magnético terrestre es el cambio de polaridad que ha sufrido el campo magnético de la Tierra, en los cuales el norte ha pasado a estar en el sur y viceversa.

Se basan en la orientación al norte o al sur que tienen las partículas férricas en las rocas de distintas épocas.

2. Explica el origen de los periódicos terremotos que sufren los habitantes de la ciudad de San Francisco (California).

Son debidos a la falla de San Andrés.

3. Pon nombre a las zonas indicadas en la figura con números.

1: litosfera; 2: corteza; 3: rift oceánico; 4: cámara magmática.

a) ¿Qué representa esta zona?

Se trata de la dorsal oceánica.

b) ¿Qué le sucedería a la Tierra si existiesen solamente los bordes constructivos y no los destructivos?

Que al aumentar su superficie, la Tierra aumentaría de volumen como un globo que se estuviera hinchando.

4. Explica cómo se ha formado la cadena montañosa del Himalaya. ¿Es lógico encontrar fósiles marinos en ella? ¿Por qué?

La cordillera del Himalaya se ha formado como consecuencia del continuo choque y subducción de la parte oceánica de la placa Indoaustraliana contra la parte continental de la placa Eurasiática. Como resultado la cuenca oceánica que había entre las dos placas fue desapareciendo progresivamente. Al final, después de millones de años, se cerró el océano y chocaron los dos continentes (la India contra Asia). La cadena montañosa perioceánica que se formó pasó a estar situada entre los dos continentes, que ahora son uno sólo, Asia.

Asegura tus conocimientos

5. En América del Sur se extiende la cordillera de Los Andes. Es una zona de gran actividad sísmica y volcánica. Si realizamos un diagrama de los puntos donde se originan los terremotos, obtenemos la siguiente figura:

a) ¿Podrías dar una explicación razonada de lo que está ocurriendo?

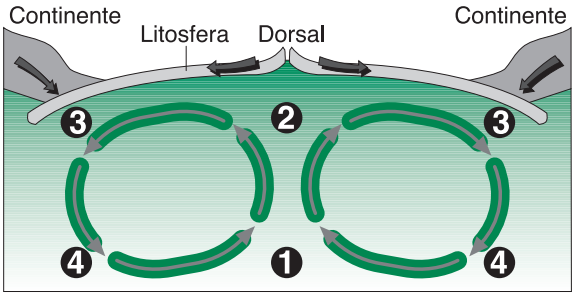
Esta zona corresponde a un límite donde la placa de Nazca choca y se introduce por debajo de la placa Sudamericana. Esto origina el plegamiento y formación de la cadena montañosa. Al mismo tiempo, la subducción crea unas fricciones que son las responsables de los continuos movimientos sísmicos cuyos focos están representados en la figura, formando la zona o plano de Benioff. Además la subducción también es la responsable de los numerosos volcanes.

b) ¿Justifica tu explicación la presencia de volcanes, terremotos y la misma cadena montañosas?

Como ya se ha explicado en el apartado anterior, sí.

6. Haz un dibujo esquemático de las corrientes de convección del manto e indica la evolución de la densidad y la temperatura de los materiales en su recorrido.

La figura podría quedar de la siguiente manera:



Punto 1: zona de mayor temperatura y por tanto de menor densidad.

Punto 2: la temperatura ha disminuido ligeramente y la densidad ha aumentado ligeramente.

Punto 3: zona donde la temperatura es menor y la densidad ha aumentado.

Punto 4: la temperatura está aumentando y la densidad empieza a disminuir.

7. Japón se encuentra en una zona sometida a frecuentes terremotos. Si situamos los focos de los movimientos sísmicos obtenemos la siguiente figura:

a) ¿Cómo se llama la zona donde aparecen situados los focos de los terremotos?

Zona o plano de Benioff.

b) ¿Qué placa es la que está subduciendo?

Subduce la placa Pacífica por debajo de Asia. Esto se puede deducir por la inclinación del plano de Benioff hacia el interior de Asia.

Actividades de ampliaciόm

8. Por la localización, en profundidad, de los focos sísmicos, ¿cómo se puede distinguir si se trata de una dorsal o de una zona de subducción?

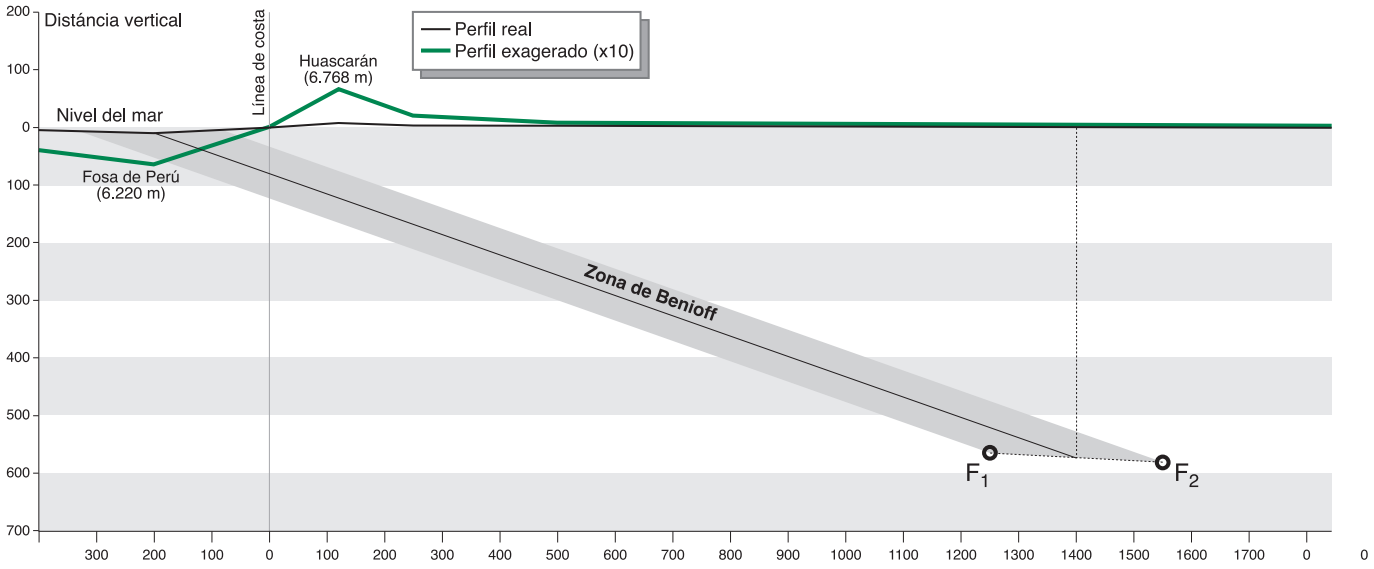
En la dorsal los movimientos sísmicos son superficiales (focos situados a poca profundidad), mientras que en las zonas de subducción forman el plano de Benioff, o sea, que hay focos superficiales y focos profundos.

9. Delante de las costas de Perú se registraron dos movimientos sísmicos, uno con el epicentro a 1250 Km de la costa y el foco a 562 Km de profundidad, y el otro a 1550 Km de la costa y a 580 Km de profundidad.

a) Dibuja a escala el perfil perpendicular a la costa indicado en la figura.

a) El perfil aproximado quedaría de la siguiente manera:

Para que se aprecie mejor la topografía, la línea de la superficie se ha representado con una exageración de 10 veces. En la figura aparecen dos superficies, una es la real, en negro (donde no se aprecia la altitud) y la otra, en color, que se ha exagerado 10 veces.



b) Sitúa la zona de Benioff y calcula su pendiente.

Para representar el perfil topográfico aproximado, se ha de tener en cuenta los siguientes datos:

- **La fosa de Perú se encuentra a 200 Km de la costa y tiene una profundidad de 8000 m.**
- **La costa está recorrida por la cordillera de los Andes, que en la línea del corte tiene la culminación el pico de Huascaran, de 6768 m de altitud, y que dista 120 Km de la costa.**
- **En cuanto a la zona del interior del continente, donde se registran los epicentros de los movimientos sísmicos, la altitud media es de aproximadamente 100 m sobre el nivel del mar.**

b) Para calcular la pendiente, a falta de más datos, tomaremos las medias de los dos sistemas, como se ha hecho en el dibujo para situar la zona de Benioff.

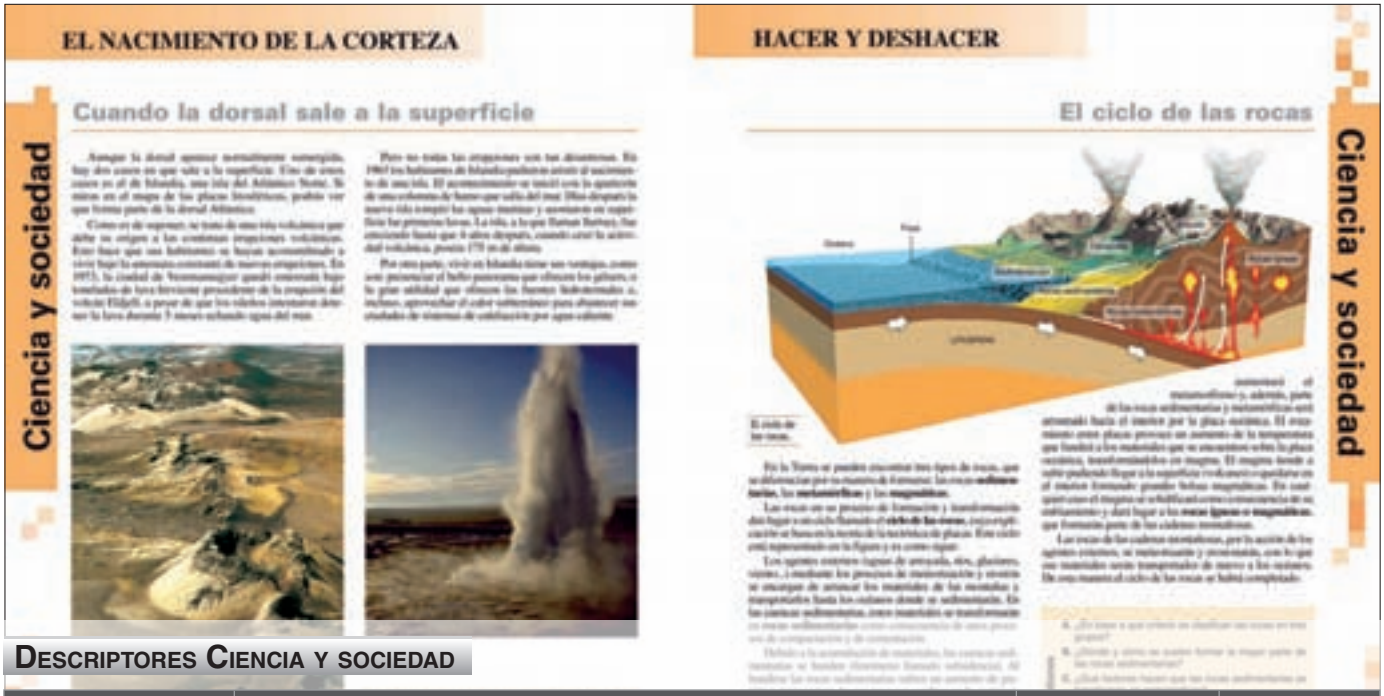
La distancia horizontal que utilizamos para calcular la pendiente es la que hay desde los epicentros de los terremotos hasta la fosa del Perú, por ser a las fosas hacia donde se dirige el plano de Benioff.

$$\text{Pendiente} = \frac{\text{distancia media vertical}}{\text{distancia media horizontal}} \times 100$$

$$\text{Media vertical} = \frac{562 + 580}{2} = 571 \text{ km}$$

$$\text{Pendiente} = \frac{571}{1600} \times 100 = 0,36 \times 100 = 36\,\%$$

$$\text{Mediana horizontal} = \frac{1450 + 1750}{2} = 1600 \text{ km}$$


EL NACIMIENTO DE LA CORTEZA

Cuando la dorsal sale a la superficie

Ciencia y sociedad

HACER Y DESHACER

El ciclo de las rocas

Ciencia y sociedad

DESCRIPTORES CIENCIA Y SOCIEDAD

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	Cuando la dorsal sale a la superficie	El ciclo de las rocas
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGUÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Texto	Texto
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.		Actividades E
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.		Actividades A, B, C, D
	III. 3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Actividad A	
	III.5. Analizar los fenómenos físicos y aplicar el pensamiento científico- técnico para interpretar, predecir y tomar decisiones con iniciativa y autonomía personal.	Actividad A	Actividades E

SOLUCIONARIO

Ciencia y sociedad

El nacimiento de la corteza

A. Los volcanes de Islandia se llaman de fisura porque la lava surge a partir de grietas de varios kilómetros de longitud. La erupción de 1783 por la fisura de Skaftar causó la muerte de 10000 personas. ¿Por qué las erupciones volcánicas de Islandia se producen a partir de fisuras?

Porque Islandia forma parte de la dorsal mesoatlántica, por tanto las erupciones están alineadas por donde estaría el rift de la dorsal.

Hacer y deshacer

A. ¿En base a qué criterio se clasifican las rocas en tres grupos?

Las rocas se clasifican atendiendo a su formación.

B. ¿Dónde y cómo se suelen formar la mayor parte de las rocas sedimentarias?

La mayor parte de las rocas sedimentarias se forman en los océanos, como consecuencia de unos procesos de sedimentación y posterior diagénesis.

C. ¿Qué factores hacen que las rocas sedimentarias se transformen en metamórficas?

Las rocas sedimentarias se transforman en metamórficas como consecuencia del aumento de la presión y/o de la temperatura.

D. ¿Qué se obtiene como consecuencia de la fusión de las rocas? ¿A qué rocas da lugar cuando se solidifica?

Cuando se funden las rocas se obtienen magma, que al solidificarse da lugar a rocas magmáticas.

E. ¿Puede una roca magmática transformarse en sedimentaria? ¿ Cómo?

Si seguimos el ciclo de las rocas tal y como muestra la figura del texto, vemos que es posible que una roca magmática se transforme en sedimentaria.

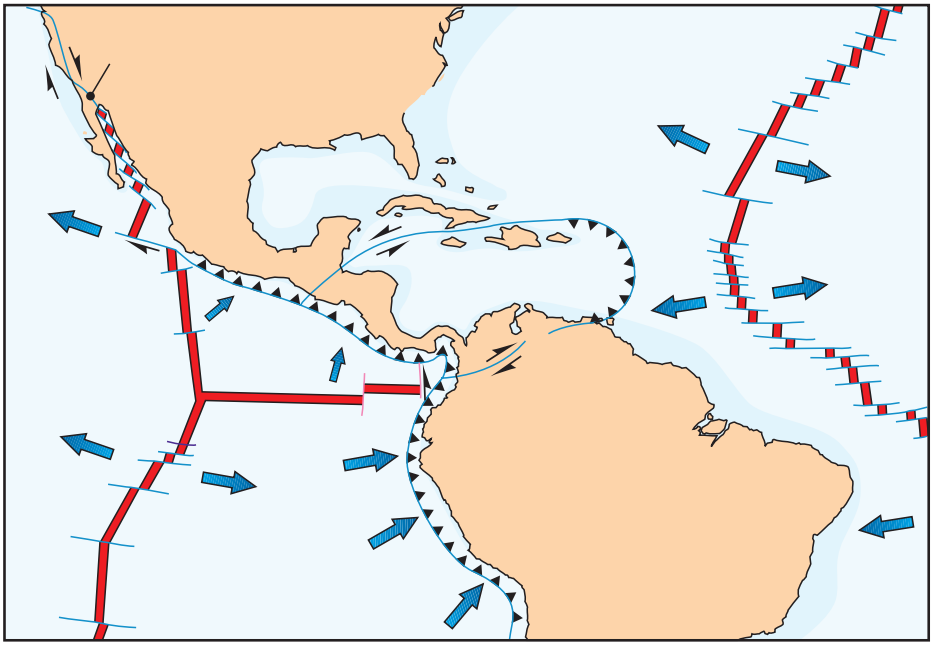
▶ Modelo de examen para la evaluación de competencias

NOMBRE: _____ CURSO: _____ FECHA: _____

1. ¿Qué rocas de la corteza oceánica son más antiguas, las que están cerca de la dorsal o las que están lejos? ¿Cómo apoya este hecho a la hipótesis de la expansión del fondo oceánico?

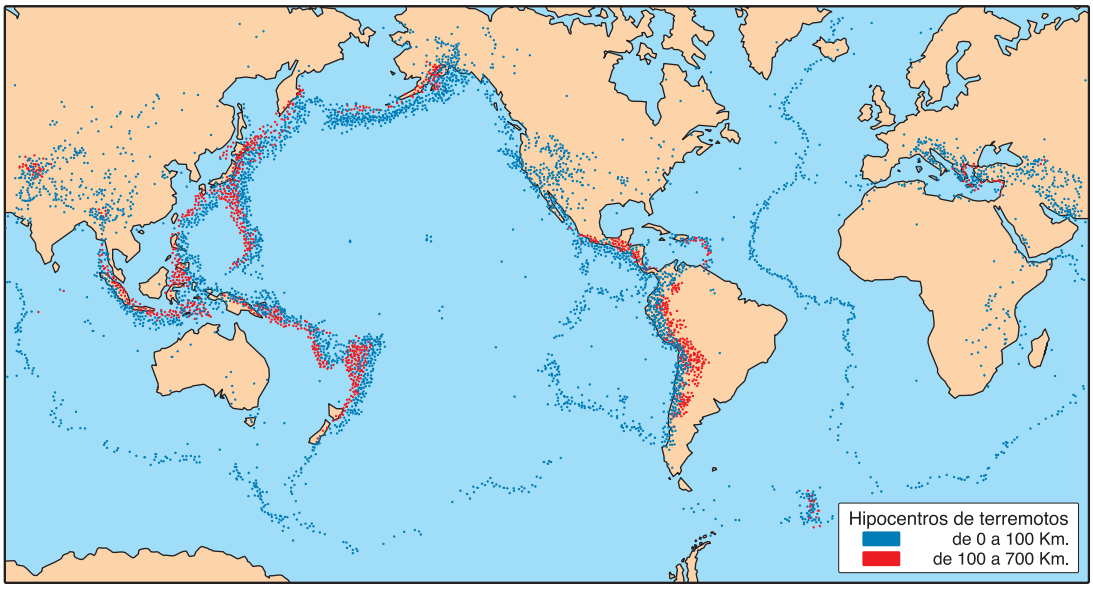
2. a) Fíjate en la figura y señala en ella las dorsales, las zonas de subducción y las fallas transformantes.

   b) Indica qué zonas corresponden a límites constructivos, a bordes conservativos y a bordes destructivos y el movimiento que tienen las placas en dichos límites.

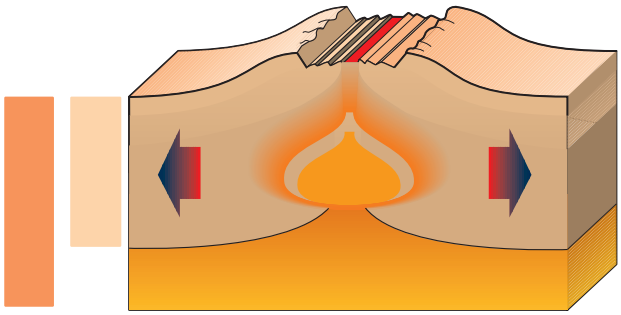


3. ¿Explica cómo llegaron F. Wine y D. Matthews a la conclusión de que el fondo oceánico se está expandiendo?

4. En la figura se ha representado la localización de los movimientos sísmicos en el planeta. Dibuja en ella las placas litosféricas que observes e indica en qué te basas. Pon nombre a la placa Pacífica, a la Sudamericana, a la Africana y la de Nazca.



5. a) En la figura se ha representado un fragmento de la dorsal. Señala en ella el rift oceánico, la cámara magmática y la corteza oceánica.

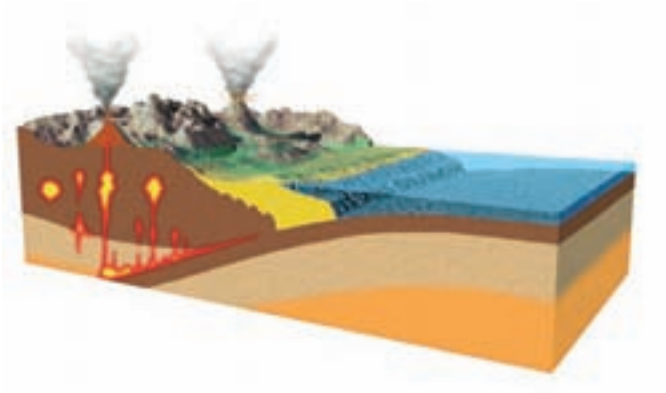


b) Explica la actividad y los fenómenos que tienen lugar en esta zona.

6. Explica el origen y formación de un océano. Ayúdate de dibujos.

7. En la figura se ha representado una zona de subducción.

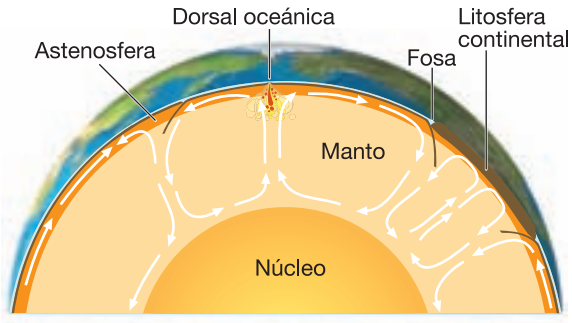
a) Indica dónde se sitúa el plano de Benioff, la placa oceánica, la placa continental y la fosa oceánica.



b) ¿Qué estructura se forma sobre la placa continental? Explica el proceso de su formación.

8. ¿Cómo se puede explicar que en las montañas como los Pirineos o el Himalaya se encuentren fósiles de animales marinos?

9. Explica el mecanismo propuesto o motor para explicar el desplazamiento de las placas. Ayúdate de la figura.



10. ¿Es verdad que Europa y América se están separando? Aporta algunos argumentos que lo demuestren.

Tabla de aplicación para el examen • 4º ESO • Tema 7

NOMBRE: _____ **CURSO:** _____ **FECHA:** _____

COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
a) Utiliza el vocabulario adecuado para describir las distintas estructuras que se forman como consecuencia del movimiento de las placas litosféricas.					
b) Comprende y expresa correctamente textos relacionados con el choque de placas y los fenómenos y estructuras que en ellos tienen lugar.					
c) Comprende y expresa correctamente los procesos y estructuras que se forman en las dorsales así como la formación de los océanos.					
d) Comprende y expresa correctamente la causa y los mecanismos que originan el movimiento de las placas.					

COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
a) Conoce y utiliza correctamente las estructuras formadas en el fondo oceánico .					
b) Reconoce e interpreta la expansión del fondo oceánico a partir de las pruebas aportadas por la inversión del campo magnético.					
c) Reconoce e interpreta el mapa de la corteza oceánica del océano Atlántico en lo referente a la edad de sus rocas.					
d) Analiza y entiende la relación existente entre la distribución mundial de los movimientos sísmicos y volcanes con la representación de las placas litosféricas.					
e) Analiza y entiende los límites que se generan entre las placas litosféricas como consecuencia de su movimiento.					
f) Reconoce la dorsal y los fenómenos que en ella se producen como consecuencia de la separación entre placas, así como la formación de los océanos a partir de ella.					
g) Reconoce los límites constructivos entre placas y las estructuras y fenómenos que en ellos se producen.					
h) Interpreta correctamente el motor y los mecanismos responsables del desplazamiento de las placas.					

COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
a) Interpreta y realiza representaciones artísticas o simbólicas sobre distintos fenómenos y estructuras ocasionadas por el movimiento de las placas litosféricas.					

COMPETENCIA AUTONOMÍA E INICIATIVA PERSONAL					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
a) Desarrolla espíritu crítico capaz de cuestionar dogmas para tener una actitud más abierta ante posibles cambios en la interpretación del Planeta, como es el desplazamiento de las placas o la presencia de fósiles en las montañas.					

1. No alcanza el mínimo en el desempeño de la capacidad
2. Cumple con el mínimo requerido
3. Se encuentra en la media del resto de sus compañeros
4. Supera la media
5. Presenta un nivel máximo de cumplimiento del desempeño

Bibliografía

- TARBUK, Edwuard J. Y LUTGENS, Frederick K. (1999). *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la Geología Física*. (Prentice Hall: Madrid).
- MELENDEZ HEVIA, Ignacio (2004). *Geología de España: una historia de 600 millones de años. Editorial Rueda.*
- BASTIDA, Fernando. (2005). *Geología: una versión moderna de las ciencias de la Tierra.* TREA.
- ANGUITA VIRELL, Francisco y MORENO SERRANO, Fernando (1993). *Procesos geológicos internos* (Editorial Rueda: Madrid).
- MONROE, James S. (2008). Geología. Ediciones Paraninfo.
- DOMINGO, MONSERRAT y DE MIRÓ, Manuel (1990). *El latido de la Tierra: volcanes y terremotos.*
- TARBUCK, Eduard J. LUTGENS, Frederick K. (2005). *Ciencias de la Tierra: una introducción a la geología física.* Pearson Education.
- ESTADELLA, Robert (1993). *Nuestro Planeta: la Tierra*. (Parramon Ediciones).
- FARANDON, John (1992). *La Tierra en tus manos.* (Editorial Plaza & Janés, TusQuets: Barcelona).
- MARTÍ MOLIST, Jean (2011). *Los volcanes.* La Catarata.
- POZO, Manuel; GONZÁLEZ, Javier (2003). *Geología práctica.* Pearson Education.
- GILLE, Didier (1991). *La deriva de los continentes*. (Ediciones SM: Madrid).
- PARCKER, Steve (1992). *Cómo es la Tierra.* (Plaza & Janés Editores).
- STRAHLER (1992). *Geología física.* (Ediciones Omega: Barcelona).
- WOOD, Jenny (1990). *Los volcanes.* Colección Tierraviva. (Ediciones SM: Madrid).

RESUMEN

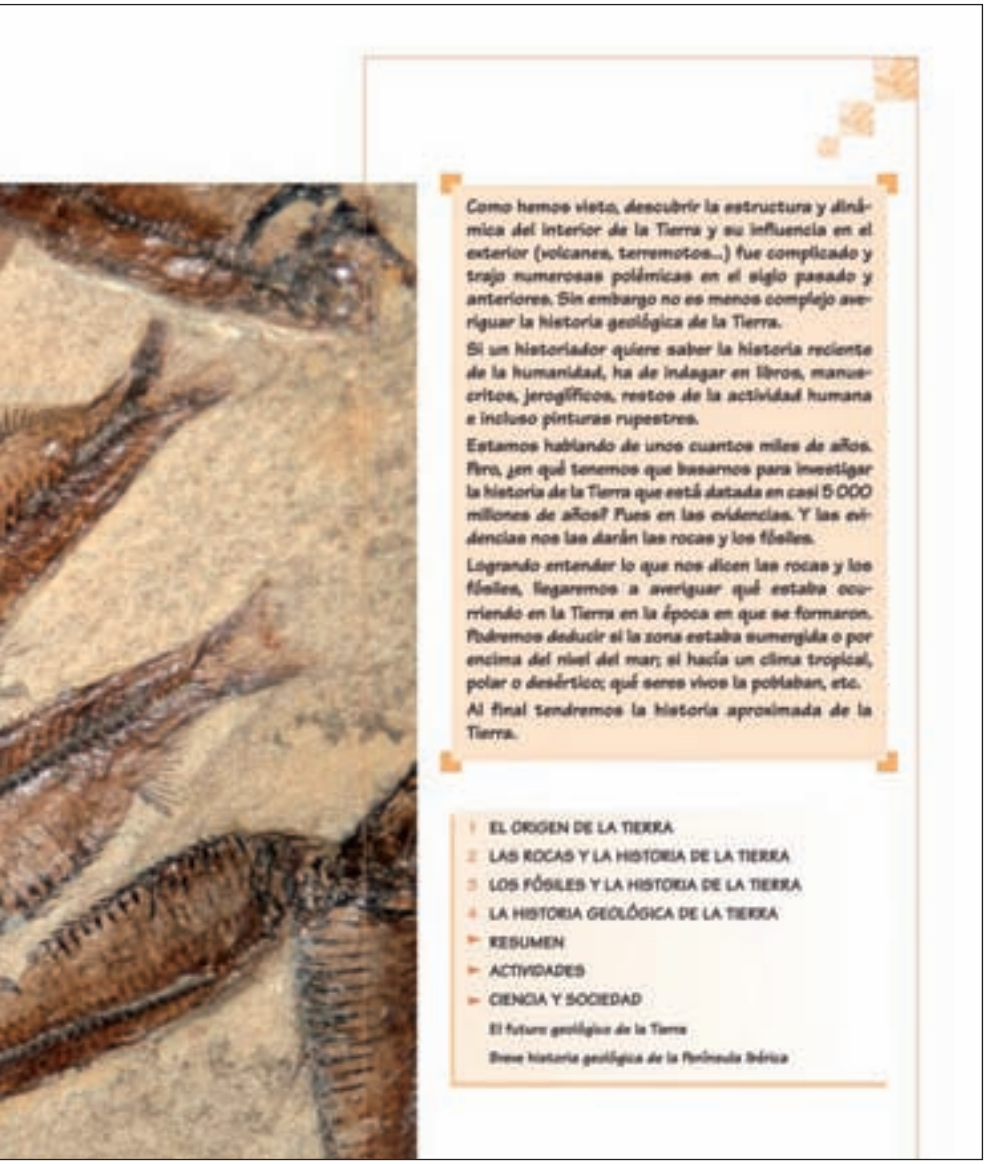
En este Tema, nos basaremos en los conocimientos aportados por la Teoría de la Tectónica de Placas para organizar la historia geológica de la Tierra desde que se consolidó como planeta, aunque veremos en primer lugar la hipótesis más aceptada sobre cómo se originó.

Además de su formación, trataremos los distintos períodos en los que los científicos han dividido la historia de la Tierra y los fenómenos geológicos y biológicos más importantes que en ellos han tenido lugar. El Tema acaba con una visión del posible futuro geológico inmediato de la Tierra a partir de los conocimientos actuales.



Contenidos

CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	ACTITUDES
1. El origen de la Tierra. 2. Las rocas y la historia de la Tierra 3. Los fósiles y la historia de la Tierra 4. La historia geológica de la Tierra	1. Observación e interpretación de ilustraciones. 2. Emisión de hipótesis a partir de situaciones y planteamientos problemáticos. 3. Interpretación de tablas como por ejemplo la de los tiempos geológicos. 4. Resolución de cuestiones y planteamientos problemáticos eligiendo razonablemente entre diversas opciones. 5. Interpretación de gráficas y valoración de sus resultados. 6. Lectura y análisis de los siguientes textos: - "El futuro geológico de la Tierra". - "Breve historia geológica de la Península". 7. Búsqueda de información en libros, revistas, enciclopedias, etc. Para ampliar los conocimientos expresados en el texto o para la resolución de determinadas actividades propuestas en el texto. 8. Deducción de hechos y fenómenos del pasado a partir de observaciones de fósiles o fenómenos naturales ocurridos en el pasado.	1. Despertar el interés por saber el origen el origen de la Tierra y su evolución, así como su posible futuro. 2. Promover una actitud crítica y no sumisa, ante las diferentes hipótesis que se han elaborado a lo largo de la historia sobre la explicación de determinados fenómenos y estructuras que se presentan en la Tierra. 3. Asumir que la Ciencia se encuentra sometida a un proceso de continua evolución, de tal manera que una teoría aceptada en una época, puede ser modificada y hasta alterada en épocas posteriores. 4. Respeto ante el las opiniones de los compañeros. 5. Promover la creatividad y la imaginación para la resolución de problemas y planteamientos sobre fenómenos que se observan en nuestro planeta. 6. Valorar la importancia de determinados indicios, como los fósiles, por la cantidad de información que nos proporcionan para averiguar el pasado. 7. Provocar curiosidad sobre todo aquello que nos puede aportar información sobre la historia geológica y biológica de la Tierra.



CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Describir como se formó la Tierra.
- Explicar el proceso de diferenciación en capas que tuvo lugar al formarse la Tierra.
- Describir los principios en los que se basan los geólogos para interpretar la historia geológica de la Tierra.
- Definir los siguientes conceptos: columna y laguna estratigráfica, fósil, orogenia y orógeno.
- Analizar e interpretar esquemas para reconstruir la historia geológica de una zona a partir de su columna estratigráfica.
- Describir el proceso de fosilización.
- Analizar la importancia de los fósiles para conocer la historia de la Tierra.
- Conocer la Tabla de los Tiempos Geológicos.
- Describir las características de los tiempos precámbricos.
- Reconocer los fenómenos geológicos y biológicos más importantes que han sucedido a lo largo de las eras: paleozoica, mesozoica y cenozoica.
- Analizar e interpretar la historia geológica de la Tierra a partir de los conocimientos actuales.
- Valorar los fósiles como indicios fundamentales del tiempo geológico.
- Determinar la importancia de los conocimientos actuales para poder predecir el futuro geológico de nuestro Planeta.
- Indicar y valorar algunos datos que fundamenten la concepción de que la Tierra ha sufrido grandes cambios a lo largo del tiempo, los cuales han afectado al relieve, al clima y a la distribución de los continentes.

RESUMEN

La humanidad, a lo largo de su historia ha explicado de diversas formas el origen de la Tierra, la mayoría de ellas sin ninguna base científica.

En la actualidad la hipótesis más aceptada es la de la acreción planetesimal, que es una consecuencia de la formación del sistema solar. Según esta hipótesis nuestro Planeta cuando se formó, era una masa rocosa fundida debido a su elevada temperatura. Esto explica a su vez la disposición en capas que presenta el interior de la Tierra, siendo las más profundas las más densas.



1 El origen de la Tierra

Fíjate

Fig. 1.1

¿Cómo explicas que los planetas más próximos al sol sean más densos que los más alejados?

La Tierra empezó a formarse hace casi 5 000 millones de años, al mismo tiempo que lo hacía todo el Sistema Solar, el cual se originó a partir de una gran nube (nebulosa) de gases y polvo en rotación. La mayor parte de la masa de la nebulosa se contrajo y dió lugar al sol. Una parte de los gases y polvo se separó debido a la fuerza rotacional y se quedó en distintas órbitas alrededor de la masa central, dando lugar a los planetas (fig. 1.1).

La hipótesis más aceptada en la actualidad y que explica cómo a partir de estas partículas de gas y polvo se formó nuestro Planeta se llama **acreción planetesimal**. Según esta hipótesis, las partículas fueron uniéndose entre sí por la acción de la gravedad, dando lugar a cuerpos progresivamente mayores, cuyo tamaño oscilaba entre unos poco centímetros y kilómetros. Estos cuerpos denominados **planetésimos** se unieron a su vez entre sí mediante la acreción planetesimal (fig. 1.2).

Los planetésimos mayores continuaron atrayendo hacia sí los cuerpos menores. La energía debida a los impactos los fundió dando lugar a cuerpos esféricos, con una masa considerable: **los protoplanetas** (fig. 1.2).

Estos cuerpos continuaron acreciendo materia hasta generar los diferentes planetas que junto con el Sol y otros cuerpos constituyen el Sistema Solar.

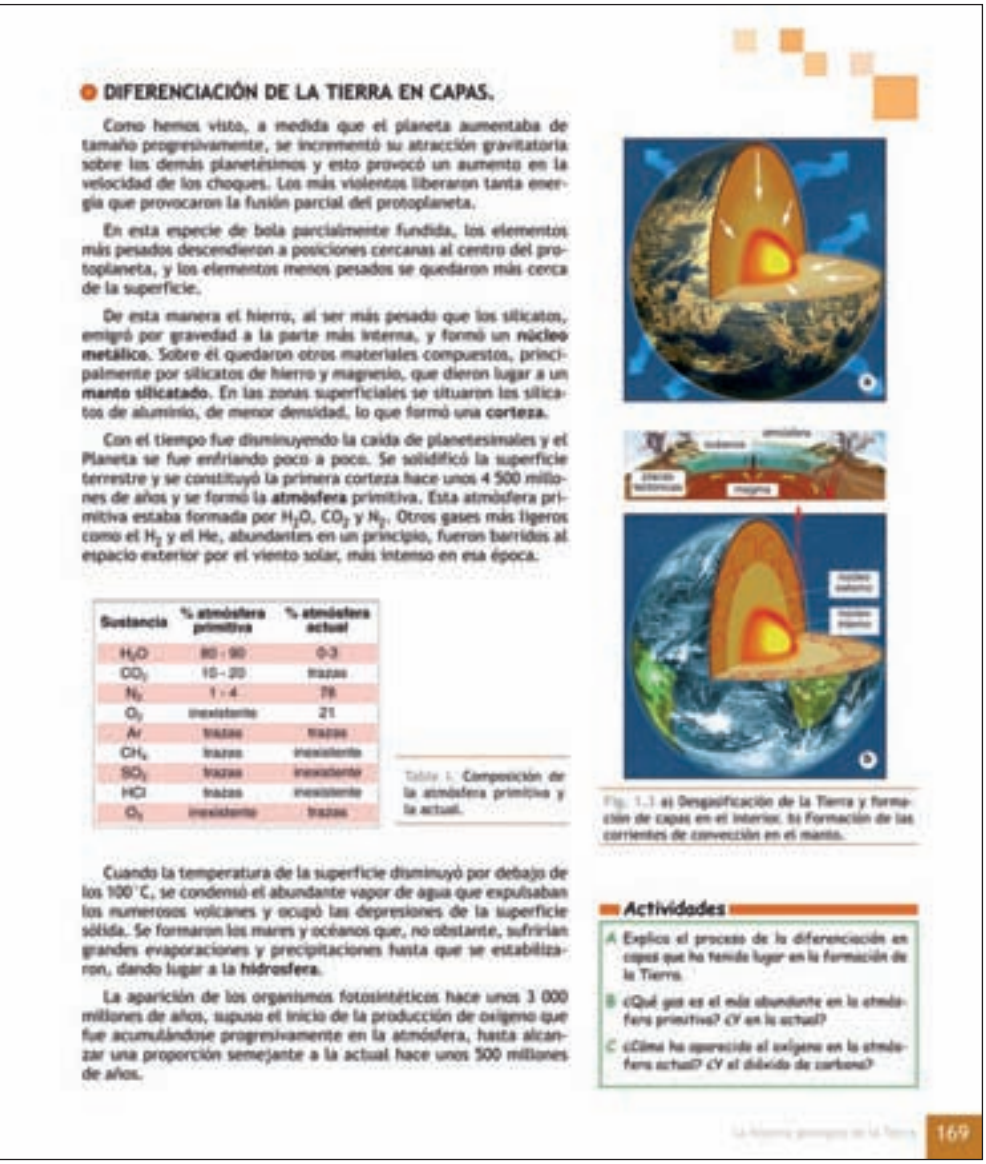
Fig. 1.2 Formación del protoplaneta Tierra por acreción de planetésimos.

Alrededor de algunos planetas, y también por acreción planetesimal, se condensaron pequeños sistemas en rotación que formaron **satélites**. Algunos de éstos tienen origen distinto, bien pudieron ser capturados con posterioridad, o bien se pudieron formar por colisiones explosivas. Nuestra Luna se formó, según las teorías más aceptadas, a partir de un fragmento de la Tierra arrancado por el impacto de un gran meteorito.

168 La historia geológica de la Tierra

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Adquiere terminología sobre el proceso de formación de la Tierra.	Texto
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Comprende y construye un texto dirigido a argumentar el proceso de formación de las capas que presenta el Planeta.	Actividades A
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza e interpreta la información que proporciona el texto y la tabla sobre la composición de la atmósfera.	Actividades B, C
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Analiza la información sobre la formación del sistema solar y deduce la relación entre la densidad de los planetas y su posición en el sistema solar.	Fíjate Actividades D, F



DIFERENCIACIÓN DE LA TIERRA EN CAPAS.

Como hemos visto, a medida que el planeta aumentaba de tamaño progresivamente, se incrementó su atracción gravitatoria sobre los demás planetésimos y esto provocó un aumento en la velocidad de los choques. Los más violentos liberaron tanta energía que provocaron la fusión parcial del protoplaneta.

En esta especie de bola parcialmente fundida, los elementos más pesados descendieron a posiciones cercanas al centro del protoplaneta, y los elementos menos pesados se quedaron más cerca de la superficie.

De esta manera el hierro, al ser más pesado que los silicatos, emigró por gravedad a la parte más interna, y formó un **núcleo metálico**. Sobre él quedaron otros materiales compuestos, principalmente por silicatos de hierro y magnesio, que dieron lugar a un **manto silicatado**. En las zonas superficiales se situaron los silicatos de aluminio, de menor densidad, lo que formó una **corteza**.

Con el tiempo fue disminuyendo la caída de planetesimales y el Planeta se fue enfriando poco a poco. Se solidificó la superficie terrestre y se constituyó la primera corteza hace unos 4 500 millones de años y se formó la **atmósfera** primitiva. Esta atmósfera primitiva estaba formada por H_2O, CO_2 y N_2. Otros gases más ligeros como el H_2 y el He, abundantes en un principio, fueron barridos al espacio exterior por el viento solar, más intenso en esa época.

Sustancia	% atmósfera primitiva	% atmósfera actual
H_2O	80 - 90	0-3
CO_2	15 - 20	trazas
N_2	1 - 4	78
O_2	inexistente	21
Ar	trazas	trazas
CH_4	trazas	inexistente
SO_2	trazas	inexistente
HCl	trazas	inexistente
O_3	inexistente	trazas

Tabla 1. Composición de la atmósfera primitiva y la actual.

Cuando la temperatura de la superficie disminuyó por debajo de los 100 °C, se condensó el abundante vapor de agua que expulsaban los numerosos volcanes y ocupó las depresiones de la superficie sólida. Se formaron los mares y océanos que, no obstante, sufrirían grandes evaporaciones y precipitaciones hasta que se estabilizaron, dando lugar a la **hidrosfera**.

La aparición de los organismos fotosintéticos hace unos 3 000 millones de años, supuso el inicio de la producción de oxígeno que fue acumulándose progresivamente en la atmósfera, hasta alcanzar una proporción semejante a la actual hace unos 500 millones de años.

Fig. 1.1 a) Desgasificación de la Tierra y formación de capas en el interior. b) Formación de las corrientes de convección en el manto.

Actividades

A. Explica el proceso de la diferenciación en capas que ha tenido lugar en la formación de la Tierra.

B. ¿Qué gas es el más abundante en la atmósfera primitiva? ¿Y en la actual?

C. ¿Cómo ha aparecido el oxígeno en la atmósfera actual? ¿Y el dióxido de carbono?

SOLUCIONARIO

Fíjate

¿Cómo explicas que los planetas más próximos al sol sean más densos que los más alejados?

Si suponemos que la Tierra al igual que los demás planetas se formaron a partir de nubes de gases y polvo que giraban alrededor de una gran masa central que daría lugar al sol, lo lógico es que los materiales más pesados desprendidos de esa masa central se quedaran más cerca y dieran lugar a los planetas más densos. En cambio, los materiales más livianos, por lógica, se alejaron más de esa masa central y dieron lugar a los planetas menos densos.

Actividades

A. Explica el proceso de diferenciación en capas que ha tenido lugar en la formación de la Tierra.

La formación en capas de la Tierra se ha debido al estado semifundido que presentaba mientras se estaba formando y a la fuerza de la gravedad que atraía hacia el centro a los elementos más densos, quedándose en la superficie los menos densos.

B. ¿Qué gas es el más abundante en la atmósfera primitiva? ¿Y en la actual?

El vapor de agua era el más abundante en la atmósfera primitiva. En la actual el gas más abundante es el nitrógeno.

C. ¿Cómo ha aparecido el oxígeno en la atmósfera actual? ¿Y el dióxido de carbono?

El oxígeno lo han aportado a la atmósfera terrestre los organismos fotosintéticos.

El dióxido de carbono se ha originado como consecuencia de la combustión de materiales y la respiración celular.

RESUMEN

La historia de la Tierra está escrita en las rocas y en los fósiles que albergan. Resulta complejo e interesante deducir los acontecimientos acaecidos en el Planeta a partir de la lectura que nos ofrecen las rocas.

En este apartado se puede ver cómo averiguar la historia geológica de una zona observando, además de su superficie actual, su interior. Analizando los estratos, su disposición, su composición, presencia de fósiles, averiguaremos las etapas por las que ha pasado dicha zona. Aunque en apariencia parece sencillo, en la realidad profundizar en la historia geológica de una zona es complejo.



2 Las rocas y la historia de la Tierra

Mientras que la historia de la humanidad está escrita en libros, pergaminos, jeroglíficos o mediante sus restos; la historia geológica de la Tierra ha quedado registrada en las rocas. Lo complejo es saber interpretar la información que guardan.

En geología, para interpretar las huellas dejadas por acontecimientos pretéritos, se utiliza el **principio del actualismo** enunciado por James Hutton en 1788. Dicho principio queda resumido en la frase "el presente es la clave del pasado". Según este principio los fenómenos geológicos, climatológicos, biológicos... que están sucediendo en la actualidad son los mismos que han sucedido a lo largo de la historia de la Tierra, aunque con distinta intensidad. Por lo tanto los efectos de estos fenómenos actuales sobre la Tierra, son similares a los pretéritos. Esto significa que el valle que formará la erosión de un torrente en la actualidad es similar al que formarán los torrentes en el pasado, las estructuras volcánicas actuales son similares a las del pasado...

Fig. 2.1 Materiales depositados por un río.

De esta manera podremos reconocer en las rocas antiguas, los resultados de la acción de un torrente, de una erupción volcánica o el medio donde vivieron determinados seres vivos.

Otros principios que resultan interesantes para leer la historia de la tierra son el de la **superposición** y el de la **horizontalidad de los estratos.** El de la superposición de estratos que dice que en una secuencia normal de estratos, los inferiores son más antiguos que los superiores. El de la horizontalidad indica que los estratos en el momento de su depósito son horizontales y paralelos a la superficie de depósito. Esta disposición horizontal se debe, como hemos visto en temas anteriores, a que los sedimentos que forman los estratos se depositan bajo las aguas.

Fig. 2.2 Estratos horizontales sobre estratos fallados.

También debemos de tener en cuenta que cuando un fenómeno afecta a unos estratos es porque se ha producido anteriormente a la formación de dichos estratos. En la figura 2.2 podemos ver cómo una falla afecta a unos estratos y a otros no. Esto es debido a que primero se han formado los estratos del 1 al 5, a continuación ha tenido lugar la falla que los ha fracturado, y en último lugar se han formado los estratos 6 y 7.

Fig. 2.3 Columna estratigráfica de una zona.

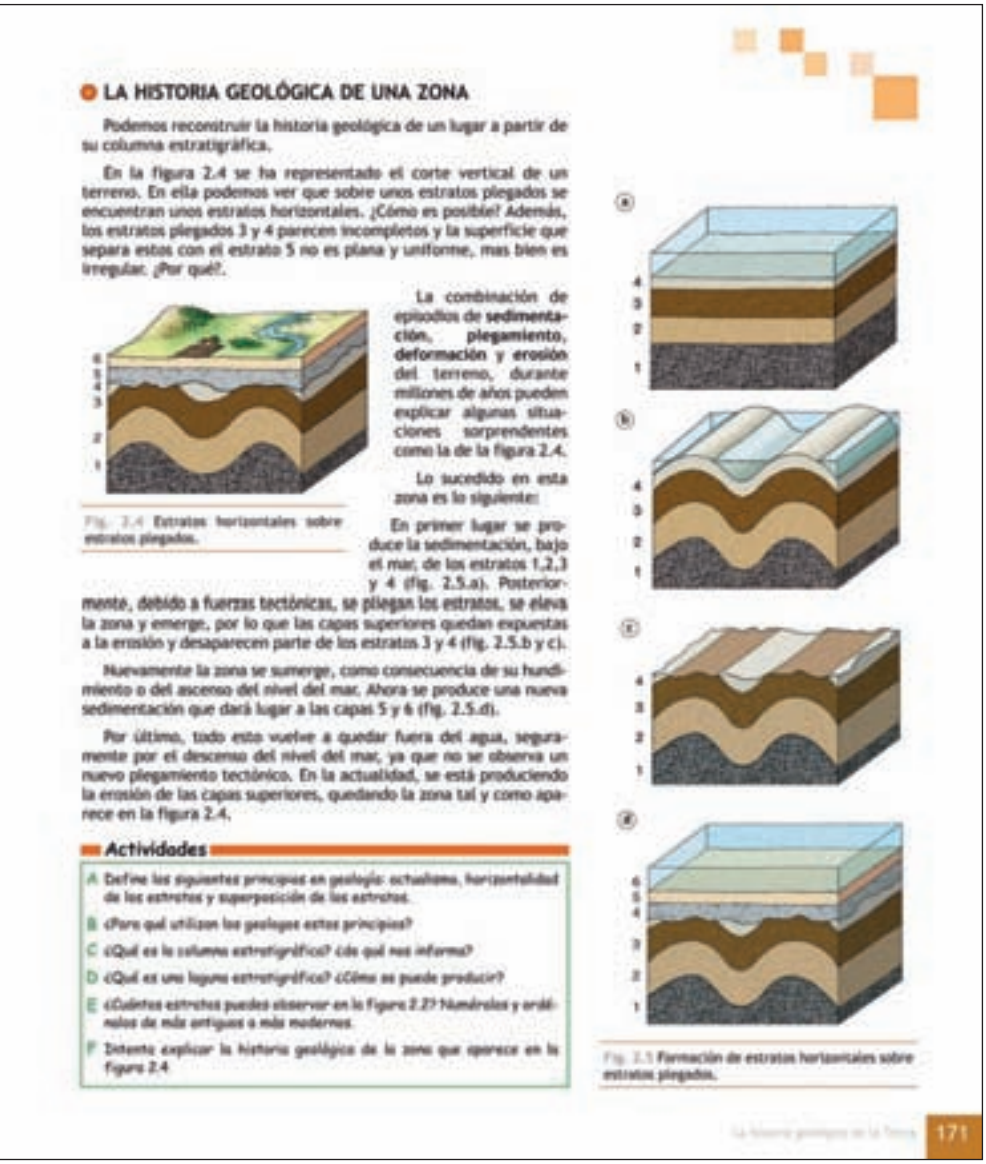
Si el límite entre dos estratos no es plano y uniforme, si no más bien irregular quiere decir que entre el depósito de los sedimentos de uno y del otro, ha habido un lapsus de tiempo en el que no ha tenido lugar sedimentación. La consecuencia es que faltan los estratos correspondientes a ese periodo. A esto se llama **laguna estratigráfica.** Esta ausencia de estratos es debida a que dicha zona ha emergido y se encuentra fuera del agua por lo que no se produce sedimentación. Además al estar expuesta a los agentes geológicos externos será erosionada con lo que se pueden eliminar estratos.

La representación gráfica de la serie de sedimentos colocados unos sobre otros recibe el nombre de **columna estratigráfica** (fig. 2.3).

170

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Utilizar el vocabulario adecuado para describir los principios en los que se basan los geólogos para interpretar la historia geológica de la Tierra.	Texto Actividades A, B
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Comprende y construye un texto dirigido a argumentar la historia geológica de una determinada zona por la información que nos dan las rocas.	Actividades F
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Analiza e interpreta con espíritu crítico la información que proporciona el texto y las figuras para deducir la historia geológica de una zona.	Actividades F
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza e interpreta los principios en los que los geólogos se han basado para determinar la historia geológica.	Actividades A, B, C, D, E



LA HISTORIA GEOLÓGICA DE UNA ZONA

Podemos reconstruir la historia geológica de un lugar a partir de su columna estratigráfica.

En la figura 2.4 se ha representado el corte vertical de un terreno. En ella podemos ver que sobre unos estratos plegados se encuentran unos estratos horizontales. ¿Cómo es posible? Además, los estratos plegados 3 y 4 parecen incompletos y la superficie que separa estos con el estrato 5 no es plana y uniforme, mas bien es irregular. ¿Por qué?.

Fig. 2.4 Estratos horizontales sobre estratos plegados.

La combinación de episodios de **sedimentación, plegamiento, deformación y erosión** del terreno, durante millones de años pueden explicar algunas situaciones sorprendentes como la de la figura 2.4.

Lo sucedido en esta zona es lo siguiente:

En primer lugar se produce la sedimentación, bajo el mar, de los estratos 1,2,3 y 4 (fig. 2.5.a). Posteriormente, debido a fuerzas tectónicas, se pliegan los estratos, se eleva la zona y emerge, por lo que las capas superiores quedan expuestas a la erosión y desaparecen parte de los estratos 3 y 4 (fig. 2.5.b y c).

Nuevamente la zona se sumerge, como consecuencia de su hundimiento o del ascenso del nivel del mar. Ahora se produce una nueva sedimentación que dará lugar a las capas 5 y 6 (fig. 2.5.d).

Por último, todo esto vuelve a quedar fuera del agua, seguramente por el descenso del nivel del mar, ya que no se observa un nuevo plegamiento tectónico. En la actualidad, se está produciendo la erosión de las capas superiores, quedando la zona tal y como aparece en la figura 2.4.

Actividades

A Define los siguientes principios en geología: actualismo, horizontalidad de los estratos y superposición de los estratos.

B ¿Para qué utilizan los geólogos estos principios?

C ¿Qué es la columna estratigráfica? ¿de qué nos informa?

D ¿Qué es una laguna estratigráfica? ¿Cómo se puede producir?

E ¿Cuántos estratos puedes observar en la figura 2.2? Numéralos y ordénalos de más antiguos a más modernos.

F Intenta explicar la historia geológica de la zona que aparece en la figura 2.4

Fig. 2.5 Formación de estratos horizontales sobre estratos plegados.

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Define los siguientes principios en geología: actualismo, horizontabilidad de los estratos y superposición de los estratos.

Actualismo. Los fenómenos geológicos, climatológicos, biológicos, etc. que están sucediendo en la actualidad en la Tierra, son los mismos que han sucedido a lo largo de la historia de la tierra, aunque con distinta intensidad. Esto significa que el valle que formará la erosión de un torrente en la actualidad es similar al que formaron los torrentes en el pasado.

Horizontabilidad de los estratos. Los estratos en el momento de su depósito y posterior formación son horizontales y paralelos entre ellos.

Superposición de los estratos. En una secuencia normal de estratos, los inferiores son más antiguos que los superiores.

B. ¿Para qué utilizan los geólogos estos principios?

Estos principios se utilizan para descifrar la historia geológica de la Tierra.

C. ¿Qué es la columna estratigráfica? ¿de qué nos informa?

La columna estratigráfica de una zona es la representación gráfica de la serie de estratos colocados unos sobre otros.

D. ¿Qué es una laguna estratigráfica? ¿Cómo se puede producir?

Una laguna estratigráfica es la ausencia de unos estratos dentro de la columna estratigráfica de una zona.

E. ¿Cuántos estratos puedes observar en la figura 2.2? Numéralos y ordénalos de más antiguos a más modernos.

En la figura 2.2 se observan 7 estratos. El orden de más antiguo al más moderno es como se indica en la misma figura, el inferior numerado con el 1 será el más antiguo y el que aflora a la superficie, el 7 será el más moderno.

F. Intenta explicar la historia geológica de la zona que aparece en la figura 2.4

En primer lugar se ha producido la sedimentación, bajo el mar, de los estratos 1,2, 3 y 4 (fig. 2.5.a). Posteriormente, debido a fuerzas de compresión, se han plegado los estratos emergiendo al exterior. Como consecuencia los estratos se quedan al descubierto por lo que las capas superiores quedan expuestas a la erosión, desapareciendo algunos estratos, (fig.2.5.b, y c). Nuevamente la zona queda sumergida como consecuencia de su hundimiento o del ascenso del nivel del mar. Ahora se produce una nueva sedimentación de las capas 5 y 6 (fig. 2.5.d). Por último, toda esta zona queda fuera del agua, seguramente por un descenso del nivel del mar, ya que no hay indicios de fuerzas tectónicas. En la actualidad se produce la erosión de las capas superiores, en este caso la 5 y la 6 y la zona se quedará como aparece en la figura 2.4.

RESUMEN

Los fósiles, esos seres vivos, sus restos o huellas mineralizados nos proporcionan datos muy importantes de las condiciones que presentaban las zonas que habitaban cuando vivían. Entender el proceso de fosilización es importante para saber la información que nos van a proporcionar.

Como consecuencia de la información que obtenemos de las rocas y los fósiles, la comunidad científica ha elaborado una tabla de los tiempos geológicos. En ella se divide y subdivide en apartados la historia geológica de la Tierra desde su origen hasta la actualidad según los acontecimientos que han sucedido.



3 Los fósiles y la historia de la Tierra

Los fósiles son una herramienta indispensable para conocer la historia geológica de la Tierra.

Los fósiles son restos de seres vivos que poblaron la Tierra en otras épocas y que, debido a un proceso complejo, se han mineralizado, es decir, se han convertido en roca. Tanto el cuerpo del ser vivo, como su molde, sus restos (excrementos, huevos, caparazones), o sus huellas dejadas sobre el terreno, pueden considerarse fósiles. Otra forma de fosilizarse es conservarse incólume en el interior de ámbar (fig. 3.2).

Fig. 3.1 Pez fósil.

El proceso de fosilización comienza con un rápido enterramiento del organismo muerto, en un lago, un río o en el mar. De esta manera se evita que los animales devoren sus restos. Allí, al mismo tiempo que los sedimentos se van transformando en rocas sedimentarias, el organismo (generalmente las partes duras) sufre una mineralización. Se produce la sustitución de la materia orgánica por compuestos minerales, lo que lo convierte poco a poco en roca.

Fig. 3.2. Hormiga conservada en ámbar.

Los fósiles se encuentran asociados a las rocas sedimentarias, ya que las metamórficas de alta transformación, y las magmáticas, experimentan cambios profundos por causa de la temperatura y la presión. Esos cambios, destruyen cualquier fósil, si lo hubiese.

La importancia de los fósiles, desde el punto de vista de la historia geológica de la Tierra, es doble:

a) Por una parte, el hecho de que los fósiles vivieran al mismo tiempo que se estaba formando la roca sedimentaria que los ha albergado, puede suministrarnos indicios sobre las condiciones ambientales que reinaban en aquellos momentos.

b) Por otra parte pueden ayudarnos a conocer la edad relativa de los estratos y ordenarlos por su antigüedad. Esto significa que si encontramos los mismos fósiles en dos estratos diferentes, podemos decir que son de la misma época aunque estén a cientos de kilómetros de distancia uno del otro. Fijándonos en los fósiles que presentan los estratos podemos ordenarlos cronológicamente aunque estén en distintos lugares.

Para realizar estas correlaciones temporales de los estratos son especialmente útiles los **fósiles guía**. Estos fósiles se caracterizan por ser abundantes, tener una amplia distribución geográfica y haber vivido, como especie, durante un tiempo geológico breve.

172 La historia geológica de la Tierra

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Adquiere terminología sobre los fósiles, su formación y la tabla de los tiempos geológicos.	Texto y tabla
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza e interpreta la información que proporciona el texto y la tabla sobre los fósiles y los tiempos geológicos.	Actividades A, B
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Se formula preguntas sobre la presencia de fósiles marinos y emite hipótesis sobre su significado.	Actividades C
VIII. AUTONOMÍA E INICIATIVA PERSONAL	VIII.1. Desarrollar un espíritu crítico capaz de cuestionar dogmas y desafiar prejuicios, en consonancia con la capacidad de la ciencia para enfrentarse a problemas abiertos.	Desarrolla un espíritu crítico al cuestionarse la inmovilidad de las tierras emergidas explicando la presencia de fósiles marinos en las montañas actuales.	Actividades C



LA TABLA DE LOS TIEMPOS GEOLÓGICOS

A partir de la información que proporcionan las rocas y los fósiles se ha reconstruido la historia geológica de la Tierra. Se ha averiguado que la Tierra tiene una antigüedad de 4600 millones de años. Para estudiar lo sucedido en este tiempo, los geólogos y paleontólogos han dividido la historia de la Tierra en distintas unidades de tiempo que, ordenadas de mayor a menor son: **eones, eras, periodos y épocas.** Para hacer estas divisiones se han basado, fundamentalmente, en cambios litológicos y biológicos encontrados en los estratos (Tabla II).

Actividades

A En el caso de los mamíferos, por ejemplo, sólo se encuentran fósiles de sus dientes, huesos o piel. ¿Por qué no encontramos fósiles del resto del cuerpo?

B De los siguientes animales indica qué partes de su organismo llegarán hasta nuestro día: caracol, dinosaurio, mamut y babosa.

C En las Sierras Subbéticas se encuentran abundantes fósiles de ammonites (molusco marino): ¿Qué nos indica este hecho?

Tabla II. La tabla de los tiempos geológicos.

173

SOLUCIONARIO

Actividades

A. En el caso de los mamíferos, por ejemplo, sólo se encuentran fósiles de sus dientes, huesos o piel. ¿Por qué no encontramos fósiles del resto del cuerpo?

Porque los restos blandos son devorados y descompuestos fácilmente por otros organismos y por tanto no llegan a fosilizarse.

B. De los siguientes animales indica qué partes de su organismo llegarán hasta nuestros días: caracol, dinosaurio, mamut y babosa.

Del caracol su concha, del dinosaurio los huesos, dientes y piel y del mamut sus huesos, dientes y piel, por las razones esgrimidas anteriormente. La babosa dejará pocas partes para fosilizar, tan solo sus huellas o marcas.

C. En las Sierras Subbéticas se encuentran abundantes fósiles de ammonites (molusco marino): ¿Qué nos indica este hecho?

Que las montañas Subbéticas, antes de ser lo que son, eran una zona sumergida bajo el mar donde vivían animales y plantas marinos, como los ammonites, que al morirse se fosilizaron.

RESUMEN

Como hemos visto la historia geológica de la Tierra se divide y subdivide en apartados según los acontecimientos que han sucedido. Aquí trataremos estas divisiones de la siguiente manera:

- Por una parte veremos los tiempos precámbricos que abarca la mayor parte de la existencia de la Tierra, desde su origen hasta hace 570 millones de años.
- Desde aquí hasta la actualidad la comunidad científica ha dividido el tiempo geológico en tres eras, la paleozoica, la mesozoica y la cenozoica. Trataremos los acontecimientos geológicos y biológicos más importantes, como la evolución de los continentes del pangea 1, al pangea 2 hasta la formación de los continentes actuales. También veremos fenómenos como las glaciaciones, las orogenias, las grandes extinciones...



4 La historia geológica de la Tierra

Acontecimientos biológicos:
- Aparición de la vida (3 400 m.a.)
- Aparecen los organismos fotosintéticos (3 000 m.a.)
- Aparecen los invertebrados marinos (750 m.a.)

Los 4600 millones de años que tiene la Tierra han sido divididos en cuatro grandes intervalos de tiempo: **Precámbrico, Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico.** En ellos han tenido lugar una serie de acontecimientos geológicos y biológicos que, en mayor o menor medida, han dejado huella en nuestro Planeta. Como es lógico, la historia geológica más conocida es la reciente, ya que los indicios dejados por los acontecimientos lejanos se van borrando con el paso del tiempo.

LOS TIEMPOS PRECÁMBRICOS.

Es la etapa más larga de la historia de la Tierra y al mismo tiempo la más desconocida. Comprende desde que se formó el Planeta hasta 570 millones de años, cuando empieza el período denominado Cámbrico. Aunque se conservan fósiles de estos tiempos, no son muy abundantes (fig. 4.1).

En esta etapa se formó la corteza terrestre, la atmósfera y los océanos.

Es probable que a lo largo de tanto tiempo se produjeran plegamientos y cadenas montañosas -que se erosionaron y volvieron a plegar- como consecuencia de la existencia de una tectónica de microplacas, es decir, de placas muy pequeñas. Como resultado de este movimiento de placas es la formación de un supercontinente hacia finales del Precámbrico llamado **Pangea 1** (fig. 4.2).

Hubo dos **glaciaciones** que son largos períodos de tiempo (miles o millones de años) muy fríos, donde gran parte del Planeta permanece cubierto de hielo. La segunda fue a finales del Precámbrico.

La vida apareció hace 3400 millones de años en ausencia de oxígeno. Posteriormente aparecieron los organismos fotosintéticos que aportarían el oxígeno a la atmósfera.

Fig. 4.1 Fauna Ediacara.

Fig. 4.2 La Tierra hace 570 millones de años. Pangea 1.

174

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Adquiere terminología sobre la historia geológica de la Tierra, concretamente sobre los tiempos precámbricos y la era paleozoica	Texto Actividades C, D
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza e interpreta la información textual que se proporciona sobre los tiempos precámbricos y la era paleozoica.	Actividades A, C, D
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Se formula preguntas sobre la poca evidencia de fósiles del precámbrico que se conservan a pesar de ser el periodo de tiempo geológico más largo.	Actividades B



ERA PALEOZOICA

Empezó hace 570 millones de años y terminó hace 250 millones de años.

Al final del Precámbrico todas las tierras emergidas estaban agrupadas en un único supercontinente al que llamamos **Pangea 1**. Este supercontinente empezó a fracturarse a principios del Paleozoico en varios continentes: Gondwana, Laurentia, Báltica, Siberia, Armórica (donde se encontraba la Península Ibérica) y China. Estas tierras emergidas se fueron separando debido a un mecanismo similar a la tectónica de placas actual.

Hacia finales de esta era los continentes se fueron aproximando hasta chocar y quedar unidos formando un único continente llamado **Pangea 2**, hace 270 millones de años.

En la era Paleozoica tuvieron lugar dos **orogenias**, que son períodos en los que se forman las cadenas montañosas u **orógenos**, como consecuencia del choque de placas. La primera fue la **orogenia Caledónica** y la segunda la **orogenia Hercínica**. Los Urales son una cadena montañosa que se formó en la segunda orogenia como consecuencia del choque entre Europa y Asia.

La orogenia Hercínica afectó bastante a la Península Ibérica quedando como recuerdo de ella el Macizo Central. En esta era hay indicios de dos **glaciaciones**.

En el período Carbonífero hubo un enorme desarrollo de bosques de helechos y gimnospermas. Sus restos, al depositarse y acumularse en zonas pantanosas, dieron lugar a los actuales yacimientos de carbón.

Fig. 4.3 La Tierra hace 330 millones de años.

Actividades

A. ¿Cuánto tiempo dura el Precámbrico? ¿Qué proporción de la historia de la Tierra abarca?
B. ¿Por qué crees que no se conservan muchos fósiles del Precámbrico?
C. ¿Qué es una orogenia? ¿Qué originó la orogenia Hercínica?
D. ¿Por qué se caracteriza el carbonífero?

Acontecimientos biológicos:

Cámbrico
- Abundancia de la vida acuática.
- Predominio de los trilobites.

Ordovícico
- Gran diversificación de invertebrados marinos.
- Aparecen los primeros vertebrados (peces).

Silúrico
- Aparecen los primeros animales y plantas terrestres.

Devónico
- Aparecen los anfibios.
- Los animales y las plantas colonizan los continentes.

Carbonífero
- Grandes bosques de helechos y gimnospermas.
- Aparecen los reptiles.

Pérmico
- Gran expansión de los reptiles.
- Extinción de muchas especies, entre ellas todos los trilobites.

Fig. 4.4 Trilobites, fósil característico del Paleozoico.

Fig. 4.5 Escena de la era Paleozoica.

175

SOLUCIONARIO

Actividades

A. ¿Cuánto tiempo dura el Precámbrico? ¿Qué proporción de la historia de la Tierra abarca?

Desde que se formó la Tierra hasta hace 570 millones de años. Esto significa que si la historia de la Tierra la dividimos en 8 partes, el Precámbrico habría ocupado las 7 primeras partes.

B. ¿Por qué crees que no se conservan muchos fósiles del Precámbrico?

Se trata de una actividad de deducción a partir de los conocimientos que poseen, como el proceso de formación de fósiles.

No se conservan muchos fósiles, fundamentalmente, por dos razones:

- En esta época los fósiles son primitivos y no se caracterizan por tener gran cantidad de estructuras duras y resistentes para conservarse.
- Los seres del precambrico vivieron hace muchos millones de años, por lo que los que llegaron a fosilizarse han sufrido los avatares del paso de mucho tiempo, y gran parte de ellos se han perdido por procesos erosivos.

C. ¿Qué es una orogenia? ¿Qué originó la orogenia Hercínica?

Una orogenia es el periodo de tiempo en el que se producen los procesos de formación de las cadenas montañosas llamados orogénesis.

D. ¿Por qué se caracteriza el carbonífero?

El carbonífero se caracteriza por la presencia de grandes bosques de helechos y gimnospermas que con el paso de millones de años dieron lugar a grandes formaciones de carbón mineral.



Acontecimientos biológicos:
Triásico
• Aparición de los dinosaurios.
• Expansión de ammonites y belemnites (cefalópodos).
• Predominio de las coníferas.
• Aparición de los mamíferos.
Jurásico
• Apogeo de los dinosaurios.
• Aparición de las aves.
Cretácico
• Aparición de las angiospermas.
• Extinción de los dinosaurios.

LA ERA MESOZOICA

Esta era comienza hace 250 millones de años y termina hace 65 millones de años. Presenta 3 períodos.

A principios de esta era existía un único supercontinente, el **Pangea 2**, y un océano llamado **Panthalasa**.

Este Pangea comenzó a fragmentarse hace 200 millones de años, en el Jurásico, y formó un continente al norte llamado Laurasia y otro al sur llamado Gondwana, entre los que queda el mar de Tethys, que en el futuro dará lugar al Mar Mediterráneo. Posteriormente se abre el Océano Atlántico y el Índico.

A finales del Mesozoico quedan todavía por separarse del todo algunos continentes, como es el caso de América del Norte de Europa y la Antártida de Australia.

A finales del Mesozoico comienza una nueva orogenia llamada **orogenia Alpina** (su nombre lo toma de los Alpes, la cadena mejor estudiada) que dará lugar a los grandes orógenos actuales.

A finales de esta era, hace 65 millones de años, se produce una de las grandes extinciones de seres vivos que ha tenido lugar a lo largo de la historia de la Tierra. Esta gran extinción se caracteriza por la desaparición de los dinosaurios, de los ammonites y belemnites.

Fig. 4.8 Fósiles de la era Mesozoica. a) Ammonites. b) Belemnites

Fig. 4.7 Situación de los continentes al comienzo de la era Mesozoica.

Fig. 4.9 Escena de la era Mesozoica.

176

DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	CÓMO LO TRABAJAMOS
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Adquiere terminología sobre la historia geológica de la Tierra, concretamente sobre las eras mesozoica y cenozoica.	Texto Actividades B, C
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Analiza e interpreta la información que proporciona el texto y las figuras sobre las eras mesozoica y cenozoica y las orogenias.	Actividades C, D
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Analiza lo expuesto sobre la teoría de la deriva continental y la tectónica de placas, formulándose preguntas sobre su coincidencia o su diferencia.	Actividades A
IV. COMPETENCIA TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y COMPETENCIA DIGITAL	IV.1. Buscar, analizar, seleccionar, registrar, tratar, transmitir, utilizar y comunicar la información por medio de técnicas y estrategias específicas para informarse, aprender y comunicarse.	Busca, analiza y comunica información sobre la situación de las cadenas montañosas a través de libros o de internet.	Actividades B



ERA CENOZOICA

Esta era abarca desde hace 65 millones de años hasta la actualidad. Se divide en dos periodos, el Terciario y el Cuaternario.

En esta era se separan definitivamente América del Norte de Europa, Australia de la Antártida y Sudamérica de la Antártida. Por contra se unen América del Norte y América del Sur y la India completa su recorrido y choca contra Asia.

Este desplazamiento de placas sigue su camino hasta que los continentes acaban ocupando poco a poco, las posiciones actuales.

Durante el Cenozoico, continúa la **orogenia Alpina**, que acaba formando las grandes cadenas montañosas actuales: los Pirineos, las Béticas, el Sistema Ibérico y la Cordillera Cantábrica en España. También se forman el Atlas en el norte de África, los Alpes y los Cárpatos en Europa, el Himalaya en Asia, los Andes en América del Sur y la Cordillera Norteamericana en América del Norte.

En esta era han tenido lugar **cuatro glaciaciones**, todas ellas en el último periodo, en el Cuaternario.

También se da el hecho importante de la evolución de los primates hasta aparecer el hombre moderno hace 100 000 años.

Acontecimientos biológicos:
Terciario
- Abundan las plantas con flor.
- Abundan los mamíferos.
- Aparecen los primates.
- Aparecen los homínidos.

Cuaternario
- Aparece el *Homo erectus*.
- Aparece el *Homo sapiens*.
- Aparece el hombre moderno.

Actividades

A La descrita por A. Wegener en su hipótesis de la deriva continental, ¿coincide o difiere de lo expuesto en la tectónica de la placa del Mesozoico?

B Busca en un Atlas la localización de las cadenas montañosas formadas por la orogenia Alpina.

C ¿Qué cadena montañosa se ha originado por el choque de la India contra Asia?

D En la película titulada "Hace un millón de años" los humanos coincidieron con los dinosaurios. ¿Crees que esto fue posible?

Fig. 4.10 Situación de los continentes al comienzo de la era Cenozoica.

Fig. 4.11 a) Nummulites. b) Diente de Carcharodon. c) Mamut.

177

SOLUCIONARIO

Actividades

A. Lo descrito por A. Wegener en su hipótesis de la deriva continental, ¿coincide o difiere de lo expuesto en la tectónica de placas del Mesozoico?

Lo descrito por Wegener en su hipótesis sobre la deriva continental coincide con lo expuesto en la actualidad por la comunidad científica.

B. Busca en un Atlas la localización de las cadenas montañosas formadas por la orogenia Alpina.

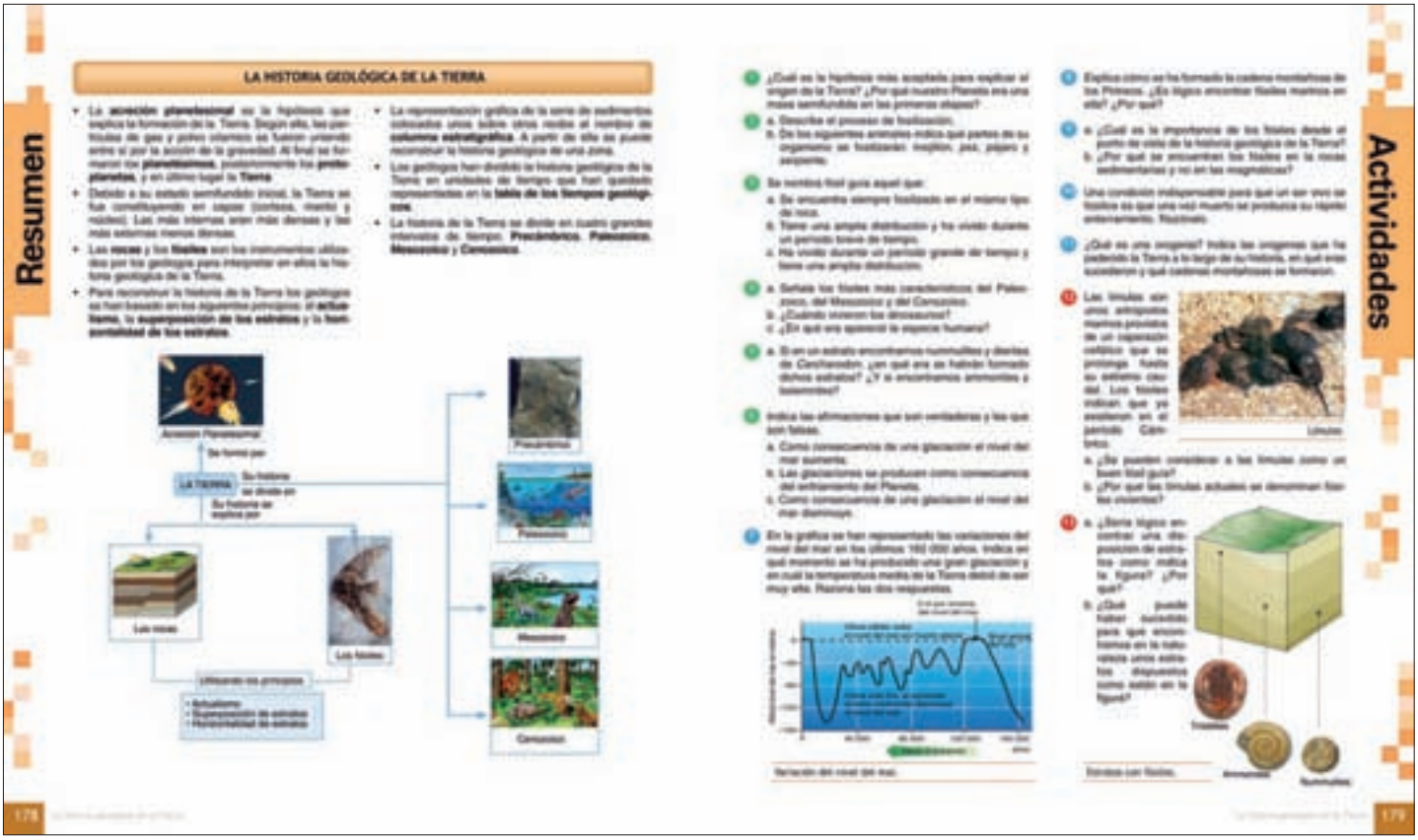
Se trata de localizar las siguientes cadenas montañosas: Los Pirineos, las Béticas, el sistema Ibérico y la cordillera Cantábrica en España, El Atlas en el norte de África, los Alpes y los Cárpatos en Europa, el Himalaya en Asia, los Andes en América del sur y la cordillera Norteamericana en América del Norte.

C. ¿Qué cadena montañosa ha originado el choque de la India contra Asia?

El Himalaya.

D. En la película titulada "Hace un millón de años" los humanos coincidieron con los dinosaurios. ¿Crees que esto fue posible?

Esto no fue posible porque los dinosaurios desaparecieron en el Cretácico hace 65 millones de años y el ser humano como tal, apareció en el cuaternario hace cien mil años.



DESCRIPTORES E INDICADORES

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	ACTIVIDADES
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Actividades 3, 4, 5, 6, 11, 12
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Actividades 2, 7, 8,9,10,13
II. COMPETENCIA MATEMÁTICA	II. 5. Integrar el conocimiento matemático con el conocimiento del medio natural.	Actividad 7
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.1. Observar con espíritu crítico, interpretar y comprender las características del espacio físico en el que se desarrollan la vida, la actividad humana, y los fenómenos naturales, tanto a gran escala como en el entorno inmediato.	Actividades 7, 8
	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Actividades 2, 3, 4, 6, 9, 11
	III. 3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Actividades 1, 5, 12
	III.5. Analizar los fenómenos físicos y aplicar el pensamiento científico- técnico para interpretar, predecir y tomar decisiones con iniciativa y autonomía personal.	Actividades 9b
VI. COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA	VI.3.Interpretar y realizar representaciones artísticas o simbólicas de fenómenos naturales.	Actividades 13

SOLUCIONARIO

Actividades de refuerzo

1. ¿Cuál es la hipótesis más aceptada para explicar el origen de la Tierra? ¿Por qué nuestro Planeta era una masa semifundida en las primeras etapas?

La hipótesis más aceptada es la de la acreción planetesimal, según la cual, las partículas de gas y polvo cósmico se fueron uniendo entre sí por la acción de la gravedad, dando lugar a cuerpos progresivamente mayores (planetésimos), de diverso tamaño. Los planetésimos mayores atrajeron a los menores. Finalmente chocaron entre si formando un cuerpo celeste de gran tamaño denominado protoplaneta.

Si el Planeta presentaba un aspecto semifundido es porque el choque de planetésimos por acreción liberaba gran cantidad de energía en forma de calor que provocaba la fusión de las rocas.

2. a) Describe el proceso de fosilización.

La fosilización comienza con el enterramiento rápido bajo el agua del organismo muerto. Allí, al mismo tiempo que los sedimentos se van transformando en rocas sedimentarias, las partes duras del organismo, generalmente, sufren mineralización. Se sustituye poco a poco la materia orgánica por compuestos minerales, lo que acaba convirtiéndolo en una roca.

b) De los siguientes animales indica qué partes de su organismo se fosilizarán: mejillón, pez, pájaro y serpiente.

Del mejillón se fosilizará principalmente la concha, del pez las escamas, los huesos y las espinas, del pájaro las plumas, los huesos y el pico, de la serpiente, la piel escamosa y los huesos.

3. Se nombra fósil guía aquel que:

a) Se encuentra siempre fosilizado en el mismo tipo de roca.

b) Tiene una amplia distribución y ha vivido durante un período breve de tiempo.

d) Ha vivido durante un período grande de tiempo y tiene una amplia distribución.

La respuesta es la b).

4. a) Señala los fósiles más característicos del Paleozoico, del Mesozoico y del Cenozoico.

En el Paleozoico los trilobites, las gimnospermas... en el Mesozoico los dinosaurios, los ammonites, los belemnites... y en el Cenozoico los mamíferos, los primates, las fanerógamas...

b) Cuándo vivieron los dinosaurios.

Los dinosaurios vivieron en la era Mesozoica. Aparecieron en el triásico, proliferaron durante el jurásico y desaparecieron en el cretácico.

c) En qué era apareció la especie humana..

En el período cuaternario de la era Cenozoica.

5. Si en un estrato encontramos nummulites y dientes de carcharodon, ¿En qué era se habrán formado dichos estratos? ¿Y si encontramos ammonites y belemnites?

Si aparecen nummulites y dientes de carcharodon, se tratará de la era Cenozoica. Si encontramos ammonites y belemnites estaremos en la era Mesozoica.

6. Indica las afirmaciones que son verdaderas y las que son falsas.

a) Como consecuencia de una glaciación el nivel del mar aumenta.

b) Las glaciaciones se producen como consecuencia del enfriamiento del Planeta.

c) Como consecuencia de una glaciación el nivel del mar disminuye.

Son verdaderas la b) y la c). Es falsa la a).

Asegura tus conocimientos

7. En la gráfica se han representado las variaciones del nivel del mar en los últimos 160.000 años. Indica en qué momento se ha producido una gran glaciación y en cuál la temperatura media de la Tierra debió de ser muy alta. Razona las dos respuestas.

Hace 15 000 o 20 000 años se produjo una glaciación en la que el nivel del mar llegó a descender 140 metros respecto del actual, porque el agua estaba congelada sobre los continentes. En cambio, hace 120000 años hubo un espacio largo de tiempo en el que la temperatura fue un poco más elevada que la actual, ya que el nivel del mar era 5 metros superior al actual.

8. Explica cómo se ha formado la cadena montañosa de los Pirineos. ¿Es lógico encontrar fósiles marinos en ella? ¿Por qué?

En el cretácico superior, hace 80 millones de años, se produce la apertura del golfo de Vizcaya y a continuación se inicia el plegamiento de los Pirineos por el choque de diversas microplacas. El choque continúa hasta que en el límite entre el eoceno y el oligoceno, hace 35 millones de años, se llega al momento culminante de la orogenia que finaliza hace 22 millones de años, en el límite entre el oligoceno y el mioceno.

Sí que es lógico encontrar fósiles marinos en los Pirineos, ya que antes de iniciarse el plegamiento la zona estaba sumergida, como se puede ver en las figuras del documento "Breve historia geológica de la Península" del libro del alumno.

9. a) ¿Cuál es la importancia de los fósiles desde el punto de vista de la historia geológica de la Tierra?

Por una parte nos suministran información sobre las condiciones ambientales que reinaban en los momentos en que se fosilizaron. Por otra parte pueden ayudarnos a conocer la edad relativa de las rocas.

b) ¿Por qué se encuentran los fósiles en las rocas sedimentarias y no en las magmáticas?

En las rocas magmáticas no se encuentran fósiles porque en el proceso de formación de estas rocas la temperatura es muy elevada, con lo que si los hubiera desaparecerían.

10. Una condición indispensable para que un ser vivo se fosilice es que una vez muerto se produzca su rápido enterramiento. Razónalo.

Si no se produce su rápido enterramiento acabará siendo devorado o descompuesto por el resto de organismos.

11. ¿Qué es una orogenia? Indica las orogenias que ha padecido la Tierra a lo largo de su historia, en qué eras sucedieron y qué cadenas montañosas se formaron.

Una orogenia es un período en el que se produce la formación de cadenas montañosas. Se han datado tres orogenias, la Caledónica, la Hercínica y la Alpina. De la primera que tuvo lugar en la era Paleozoica apenas quedan estribaciones montañosas. En la segunda que se produjo a finales del Paleozoico se originaron entre otros los Urales y el Macizo Ibérico y la más reciente, la Alpina empezó a finales del Mesozoico y continua durante el Cenozoico. En esta se han originado las cadenas montañosas más elevadas en la actualidad como los Pirineos, el Himalaya, los Alpes, los Andes, las Rocosas...

Actividades de ampliación

12. Las límulas son unos artrópodos marinos provistos de un caparazón cefálico que se prolonga hasta su extremo caudal. Los fósiles indican que ya existieron en el período Cámbrico.

a) Se pueden considerar a las límulas como un buen fósil guía

No porque han habitado la Tierra durante un largo período de tiempo.

b) ¿Por qué las límulas actuales se denominan fósiles vivientes?

Porque son casi idénticas a las límulas que vivieron en el Cámbrico, no han sufrido apenas cambios.

13. a) ¿Sería lógico encontrar una disposición de estratos como indica la figura? ¿Por qué?

No, porque en el estrato superior se encuentran los trilobites que son fósiles más antiguos que los nummulites que se encuentran en el estrato inferior.

b) ¿Qué puede haber sucedido para que encontremos en la naturaleza unos estratos dispuestos como están en la figura?

Para que se de esta situación lo que puede haber sucedido es que la zona se plegase originando un pliegue tumbado. Posteriormente se erosionarían los estratos del flanco superior, quedándose los estratos del flanco inferior en sentido inverso, tal y como indica la figura.



LA CAMBIANTE FAZ DEL PLANETA

Ciencia y sociedad

El futuro geológico de la Tierra

La Tierra dentro de 10 millones de años.

180

SOLUCIONARIO

Ciencia y sociedad

1. Basándonos en la tectónica de placas, ¿qué pasará dentro de unos millones de años con el canal de Suez y el de Panamá? ¿Seguirán siendo unos canales estrechos construidos por el ser humano?

Dentro de unos millones de años desaparecerán los dos canales. Como Sudamérica se separa de África a una velocidad mayor que Norteamérica de Europa, se quebrará el istmo de Panamá, con lo que se separaran y dejará de existir el canal de Panamá. En cuanto al canal de Suez, también desaparecerá porque la Península Arábiga se está separando de África.

2. ¿Por qué se cree que se formará un nuevo supercontinente o Pangea 3, dentro de 250 millones de años?

Porque de continuar el movimiento de las placas litosféricas como en la actualidad, se calcula que dentro de 250 millones de años los continentes se volverán a unir constituyendo el Pangea 3.

DESCRIPTORES CIENCIA Y SOCIEDAD

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	CIENCIA Y SOCIEDAD: El futuro geológico de la Tierra
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Texto
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Actividades A, B
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III. 3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Actividad B
	III.5. Analizar los fenómenos físicos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar, predecir y tomar decisiones con iniciativa y autonomía personal.	Actividad A

SOLUCIONARIO

Ciencia y sociedad

1. En la actualidad los Pirineos son una cadena montañosa. ¿Qué eran hace 80 millones de años?

La zona ocupada actualmente por los Pirineos estaba sumergida.

2. ¿Por qué se encuentran fósiles marinos en los Pirineos y en otras cadenas montañosas?

Porque antes de plegarse y elevarse como cadenas montañosas, eran zonas sedimentarias sumergidas en las que vivían animales y plantas marinas, que al morir, se depositaron en el fondo y se transformaron en fósiles.

3. ¿Qué diferencia existe, en cuanto a su formación, entre las islas Baleares y las Canarias?

Las islas Baleares son una prolongación de las Béticas. Las islas Canarias tienen un origen volcánico.


EL NACIMIENTO DE IBERIA

Breve historia geológica de la Península Ibérica

Ciencia y sociedad

Actividades

151

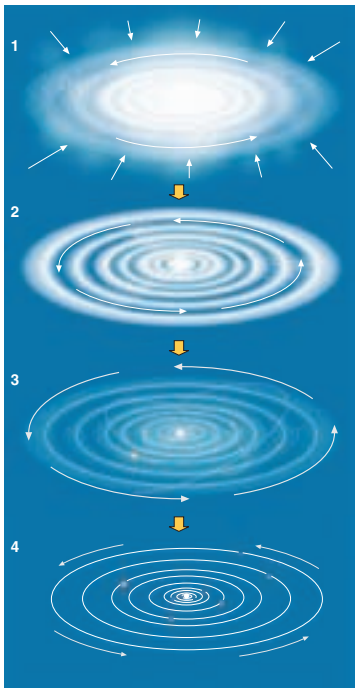
DESCRIPTORES CIENCIA Y SOCIEDAD

COMPETENCIA	DESCRIPTORES	CIENCIA Y SOCIEDAD: Breve historia geológica de la Península Ibérica
I. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	I.6. Adquirir una terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales.	Texto Actividades A
	I.7. Comprender y construir un discurso o texto dirigido a argumentar o a hacer explícitas las interacciones con el medio natural.	Actividades B, C
III. COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO	III.2. Analizar e interpretar información textual, gráfica y numérica de los elementos y fenómenos naturales y de los modelos que intentan explicar éstos.	Actividades A, C
	III.3. Formularse preguntas e identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar y realizar experimentos para contrastarlas, discutir los resultados experimentales y comunicarlos en un formato idóneo.	Actividades B

▶ Modelo de examen para la evaluación de competencias

NOMBRE: _____ CURSO: _____ FECHA: _____

1. Basándote en la figura explica la hipótesis de formación del Planeta.



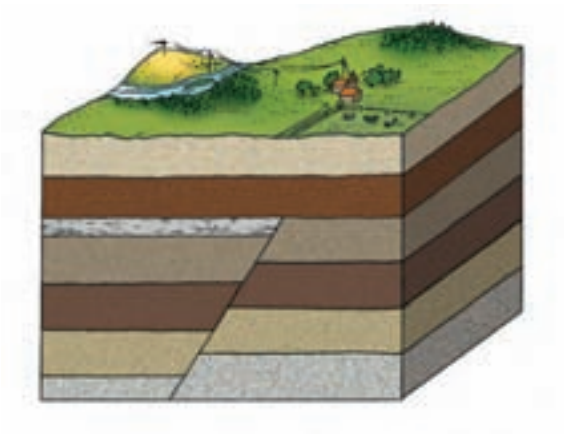
2. ¿Cómo se formó la hidrosfera en la Tierra?

3. a) Explica los principios en los que se basan los geólogos para determinar la historia geológica de la Tierra.

b) ¿Qué es una laguna estratigráfica?

4. En la Tierra existen organismos que necesitan oxígeno para vivir (aerobios) y organismos que no necesitan oxígeno para vivir (anaerobios). ¿Cómo debieron de ser los primeros seres vivos que poblaron la Tierra, aerobios o anaerobios? Razona tu respuesta.

5. Explica la historia geológica de la zona representada en la figura.



6. a) Explica el proceso de formación de los fósiles. ¿Qué parte de un caracol se fosilizará?

b) ¿Qué características han de tener los fósiles guía? ¿Qué información nos proporcionan?

7. Fíjate en la escena de la figura. Sería posible encontrar cazadores humanos en ella. Razona la respuesta.



8. a) ¿Qué son las glaciaciones?

b) ¿Cómo influye este fenómeno sobre el nivel del mar?

c) ¿Cómo afecta este fenómeno a los animales?

9. a) ¿Qué son las orogenias?

b) Indica en qué era tuvo lugar la orogénica Alpina y las principales cadenas montañosas a las que dio lugar.

10. a) El Precámbrico es la etapa más larga de la historia de la Tierra y al mismo tiempo la más desconocida. Explica por qué.

b) La figura representa cómo se quedarán los continentes dentro de 10 millones de años. Basándote en ella, describe tres acontecimientos geológicos que tendrán lugar dentro de 10 millones de años y que afectarán a los continentes.



Tabla de aplicación para el examen • 4º ESO • Tema 8

Nombre: _____ **Curso:** _____ **Fecha:** _____

COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Utiliza el vocabulario adecuado para describir los distintos acontecimientos que han tenido lugar en la historia geológica de la Tierra.					
Comprende y expresa correctamente textos relacionados con la historia geológica de una zona.					
Comprende y expresa correctamente los procesos que han tenido lugar para que se produzca la fosilización de seres vivos.					
Comprende y expresa correctamente fenómenos como las glaciaciones y las orogenias.					

COMPETENCIA EN EL CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Conoce y utiliza correctamente el proceso de formación del sistema solar y la Tierra					
Reconoce e interpreta los principios en los que se basan los geólogos para averiguar la historia geológica de la Tierra y a partir de ellos averiguar la historia geológica de una zona.					
Reconoce e interpreta el proceso de fosilización de seres vivos.					
Analiza y entiende los determinados fenómenos que han tenido lugar en las distintas eras de la historia de Tierra como glaciaciones y orogenias.					
Reconoce los límites constructivos entre placas y las estructuras y fenómenos que en ellos se producen.					
Interpreta correctamente la evolución de los continentes a lo largo de su existencia para deducir acontecimientos futuros.					

COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Interpreta y realiza representaciones simbólicas sobre la formación del sistema solar o el perfil geológico de una zona.					

COMPETENCIA AUTONOMÍA E INICIATIVA PERSONAL					
Indicadores de desempeño	**Calificación**				
	1	2	3	4	5
Desarrolla espíritu crítico capaz de cuestionar dogmas para tener una actitud más abierta ante posibles cambios en la interpretación del Planeta, como es el desplazamiento de los continentes, la presencia de fósiles o la larga historia que posee la Tierra.					

1. No alcanza el mínimo en el desempeño de la capacidad
2. Cumple con el mínimo requerido
3. Se encuentra en la media del resto de sus compañeros
4. Supera la media
5. Presenta un nivel máximo de cumplimiento del desempeño

Bibliografía

TARBUK, Edwuard J. Y LUTGENS, Frederick K. (1999). *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la Geología Física*. (Prentice Hall: Madrid).
MELENDEZ HEVIA, Ignacio (2004). *Geología de España: una historia de 600 millones de años*. Editorial Rueda.
BASTIDA, Fernando. (2005). *Geología: una versión moderna de las ciencias de la Tierra*. TREA.
ALAN CHARIG (1988). L*a verdadera historia de los dinosaurios*. Biblioteca Científica Salvat: Barcelona (Editorial Salvat: Barcelona).
ANGUITA VIRELL, Francisco y MORENO SERRANO, Fernando (1993). *Procesos geológicos internos* (Editorial Rueda: Madrid).
MONROE, James S. (2008). *Geología*. Ediciones Paraninfo.
TARBUCK, Eduard J. LUTGENS, Frederick K. (2005). *Ciencias de la Tierra: una introducción a la geología física*. Pearson Education.
ESTADELLA, Robert (1993). *Nuestro Planeta: la Tierra*. (Parramon Ediciones).
FARANDON, John (1992). *La Tierra en tus manos*. (Editorial Plaza & Janés, TusQuets: Barcelona).
POZO, Manuel; GONZÁLEZ, Javier (2003). *Geología práctica*. Pearson Education.
GILLE, Didier (1991). *La deriva de los continentes*. (Ediciones SM: Madrid).
PARCKER, Steve (1992). *Cómo es la Tierra*. (Plaza & Janés Editores).
STRAHLER (1992). *Geología física*. (Ediciones Omega: Barcelona).
BENTON, M.J. (1991). *Tras las huellas de los dinosaurios*. Ed. Acanto.
HALLAM, A. (1976). *De la deriva de los continentes a la tectónica de placas.* (Ed. Labor).