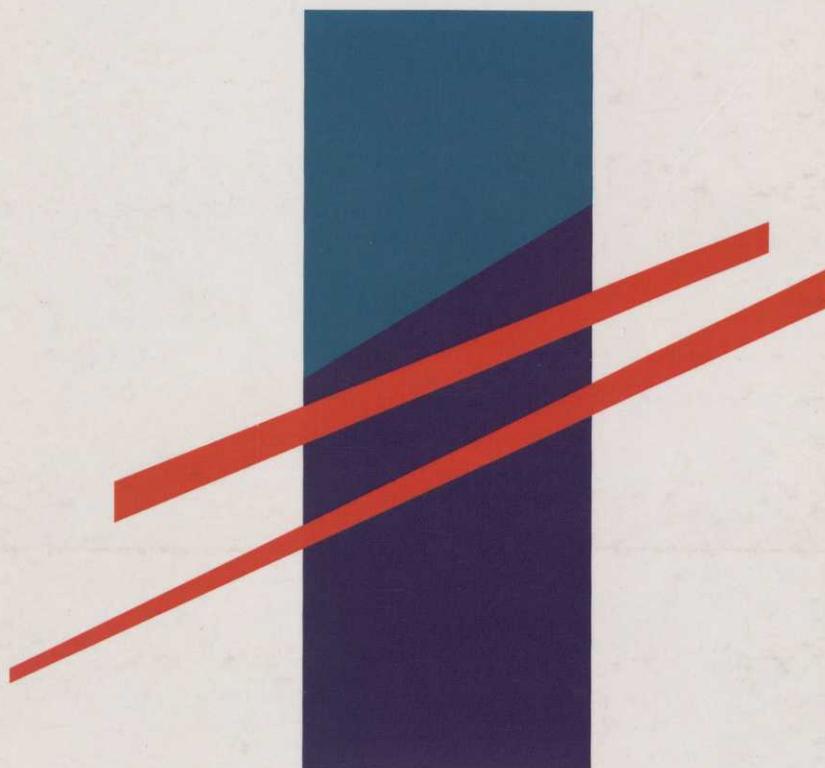


1

Materiales Didácticos
Ciencias de la Naturaleza

1.^{er} CICLO

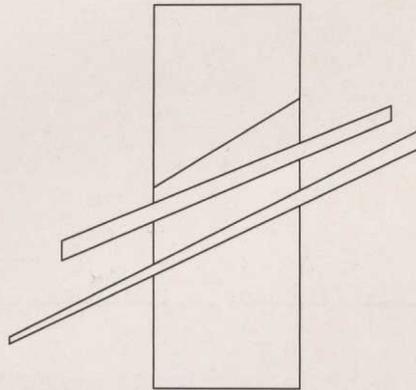


SECUNDARIA
OBLIGATORIA



Ministerio de Educación y Ciencia

Materiales Didácticos



1.º Ciclo

Ciencias de la Naturaleza

Autores:

Propuesta A:

Carlos Furió Mas
Valentín Gavidia Catalán
Daniel Gil Pérez
María José Rodés Sala

Propuesta B:

Carmen Albaladejo Marcet
Aureli Caamaño Ros
Conxita Márquez Bargallo
M.ª Luisa Rubio Bonet
Neus Sanmartí Puig

Coordinación:

Centro de Desarrollo Curricular



Ministerio de Educación y Ciencia

Coordinación de la edición:
CENTRO DE DESARROLLO CURRICULAR
DEPARTAMENTO DE PUBLICACIONES



Ministerio de Educación y Ciencia
Secretaría de Estado de Educación
Dirección General de Renovación Pedagógica
Centro de Desarrollo Curricular
Edita: Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica
N. I. P. O.: 176-94-034-3
I. S. B. N.: 84-369-2597-1
Depósito legal: M-5829-1995
Imprime: MARÍN ÁLVAREZ HNOS.

Prólogo

La finalidad de estos materiales didácticos, para el primer ciclo de la Educación Secundaria Obligatoria, es orientar al profesorado que empieza a impartir las nuevas enseñanzas en los centros que anticipan su implantación. Son materiales concebidos para facilitar la elaboración y el desarrollo de las programaciones correspondientes a las distintas áreas. Con su publicación y distribución, el Ministerio de Educación y Ciencia pretende proporcionar a los profesores y profesoras que van a impartir el primer ciclo de Educación Secundaria un instrumento que les ayude a desarrollar el nuevo currículo y a planificar su práctica docente. Para ello se ofrecen propuestas de programación y unidades didácticas que incluyen sugerencias, orientaciones y actividades que pueden ser aprovechadas de diversos modos por el profesorado, sea incorporándolas a sus propias programaciones, sea adaptándolas a las características de sus alumnos.

El desafío que para los centros educativos, y en concreto para el profesorado, supone anticipar la implantación de las nuevas enseñanzas merece no sólo un cumplido reconocimiento, sino también un apoyo decidido por parte del Ministerio, que, a través de la publicación de materiales didácticos y de otras actuaciones paralelas, pretende ayudar al profesorado a desarrollar su trabajo en mejores condiciones. El Ministerio valora muy positivamente el trabajo realizado por los autores de estos materiales, que se adapta a un esquema general propuesto por el Servicio de Educación Secundaria del Centro de Desarrollo Curricular, y han sido elaborados en estrecha colaboración con los asesores de este Servicio. Por consiguiente, aunque la autoría corresponde plenamente a las personas que los han diseñado, el Ministerio considera que son ejemplos válidos de programación y de unidades didácticas para las correspondientes áreas. No obstante, son los propios profesores a los que van dirigidos estos materiales los que tienen la última palabra acerca de su utilidad, en la medida en que les resulten una ayuda eficaz para desarrollar su trabajo.

En cualquier caso, conviene poner de manifiesto que se trata de materiales con cierto carácter experimental, destinados a ser contrastados en la práctica, adaptados y completados. Es intención del Ministerio realizar un seguimiento sobre el grado de utilidad

de este tipo de materiales, durante el período de implantación anticipada de la Educación Secundaria, al objeto de incorporar en sucesivas publicaciones las sugerencias y propuestas del profesorado que imparte las nuevas enseñanzas.

Por otra parte, el carácter experimental de estos materiales se debe también a que van a ser utilizados con alumnos que proceden del sexto curso de la Educación General Básica, es decir, que se han incorporado al primer ciclo de Educación Secundaria sin haber cursado las enseñanzas de la nueva etapa de Educación Primaria. Se trata, por tanto, de materiales para un momento de transición y, en ese sentido, de mayor complejidad. Por todo ello, las sugerencias o contrapropuestas que los profesores realicen, a partir de su práctica docente, respecto a estos u otros materiales, serán de enorme utilidad para mejorar o completar futuras ediciones y para proporcionar, por tanto, unos materiales didácticos de mayor calidad a los centros y profesores que en cursos sucesivos se incorporen a la reforma educativa.

Índice

Páginas

Propuesta A

PRESENTACIÓN	11
INTRODUCCIÓN	13
Una opción radicalmente constructivista	14
¿Pueden los alumnos construir realmente conocimientos científicos?	16
Contra algunas visiones deformadas de la actividad científica	18
La transformación del currículo en programas de actividades	21
¿Cómo organizar el trabajo en clase?	23
La evaluación como instrumento de aprendizaje y de mejora de la enseñanza	24
Crear expectativas positivas en los estudiantes	30
PROGRAMACIÓN.....	33
Presentación de las programaciones	33
Introducción general al estudio de las ciencias	34
Papel de la actividad científica en nuestras vidas.....	34
Diversidad y regularidad en los seres vivos	37
Introducción: ¿Qué estudiar acerca de los seres vivos y por qué?	37

Unidad 1: <i>La diversidad de los seres vivos y la necesidad de una clasificación</i>	38
Unidad 2: <i>El apasionante mundo de las plantas</i>	41
Unidad 3: <i>La fascinación por los animales</i>	45
Unidad 4: <i>Iguales pero diferentes: la regularidad y la diversidad humanas</i>	48
Diversidad y regularidad en el medio físico terrestre	55
Introducción: <i>¿Qué estudiar acerca de la materia inerte que compone la Tierra y por qué?</i>	55
Unidad 5: <i>Nuestro planeta Tierra. Un caleidoscopio organizado por una multitud de materiales</i>	56
Unidad 6: <i>Rocas por todas partes. Su utilidad en nuestras vidas</i>	59
Unidad 7: <i>Las formas de la Tierra y los agentes que las conforman</i>	61
Diversidad de las sustancias y sus transformaciones	65
Introducción: <i>¿Qué estudiar acerca de las sustancias y por qué?</i>	65
Unidad 8: <i>Los gases, una primera aproximación al establecimiento de la estructura de la materia</i>	66
Unidad 9: <i>Búsqueda de orden en el enorme cúmulo de sustancias existentes</i>	68
Unidad 10: <i>La comprensión de las transformaciones de las sustancias: un modelo elemental de reacción química</i>	71
Unidad 11: <i>Papel del calor en la transformación de las sustancias. Nacimiento de la Ciencia del Calor</i>	75
Una mirada hacia los cielos: <i>¿Un Universo perfecto e inmutable?</i>	79
Introducción: <i>¿Qué estudiar sobre el firmamento y por qué?</i>	79
Unidad 12: <i>Descripción del firmamento. Primeras ideas sobre el lugar de la Tierra en el Universo</i>	80
Unidad 13: <i>Dificultades del modelo geocéntrico. La Revolución Copernicana</i>	82
Recapitulación y perspectivas	85
DESARROLLO DE LA UNIDAD 4: <i>IGUALES PERO DIFERENTES: LA REGULARIDAD Y LA DIVERSIDAD HUMANAS</i>	89
Introducción	89
<i>¿Cómo es nuestro cuerpo?</i>	92
<i>¿Por qué nuestro cuerpo es así?</i>	101
<i>¿Por qué nos comportamos como lo hacemos?</i>	111
<i>¿Cómo mejorar nuestra calidad de vida?</i>	124

DESARROLLO DE LA UNIDAD 8: <i>LOS GASES: UNA APROXIMACIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA</i>	143
Profundización en el estudio del comportamiento físico de los gases	145
Construcción de un modelo para la estructura de los gases que explique su comportamiento común.....	153
¿Se puede extrapolar el modelo corpuscular de la materia gaseosa a los líquidos y sólidos?.....	156
Nuevos problemas asociados al modelo corpuscular.....	159
Anexo: El “mar de aire” y la presión atmosférica	161
BIBLIOGRAFÍA	167

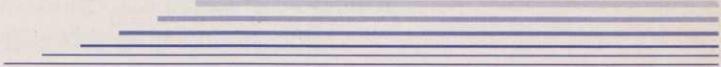
Propuesta B

PROGRAMACIÓN: CRITERIOS	173
Organización y secuencia de los contenidos	173
Orientaciones didácticas y para la evaluación	176
Orientaciones didácticas.....	176
Evaluación	178
Bibliografía general	180
PROGRAMACIÓN: UNIDADES DIDÁCTICAS PARA EL PRIMER AÑO	183
Unidad 1: <i>La astronomía diurna</i>	183
Unidad 2: <i>Diferentes formas de vida</i>	188
Unidad 3: <i>Agua para todo y para todos</i>	196
Unidad 4: <i>El movimiento y las fuerzas</i>	201
Unidad 5: <i>Los seres vivos en acción</i>	207
Unidad 6: <i>¿Cómo reconocer rocas y minerales?</i>	215
PROGRAMACIÓN: UNIDADES DIDÁCTICAS PARA EL SEGUNDO AÑO	223
Unidad 7: <i>La energía</i>	223
Unidad 8: <i>Los seres vivos y su entorno</i>	231
Unidad 9: <i>Adaptaciones de los seres vivos</i>	240
Unidad 10: <i>Luz y visión</i>	246
Unidad 11: <i>El aire: un material que está por todas partes</i>	254
Unidad 12: <i>¿Cómo se puede predecir el tiempo?</i>	261

DESARROLLO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA 2: <i>DIFERENTES FORMAS DE VIDA</i>	269
Guía para el profesorado	269
Capítulo 1: "Los seres vivos, base de nuestra alimentación"	269
Capítulo 2: "La clasificación de los seres vivos"	271
Capítulo 3: "Los animales"	273
Capítulo 4: "Las plantas"	275
Actividades para el alumnado	277
Capítulo 1: "Los seres vivos, base de nuestra alimentación"	277
Capítulo 2: "La clasificación de los seres vivos"	291
Capítulo 3: "Los animales"	302
Capítulo 4: "Las plantas"	312
DESARROLLO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA 3: <i>AGUA PARA TODO Y PARA TODOS</i>	329
Guía para el profesorado	329
Capítulo 1: "Los 'poderes' del agua"	329
Capítulo 2: "Llevamos el agua al laboratorio"	332
Capítulo 3: "¿Y qué pasa con el agua?"	333
Actividades para el alumnado	337
Capítulo 1: "Los 'poderes' del agua"	337
Capítulo 2: "Llevamos el agua al laboratorio"	353
Capítulo 3: "¿Y qué pasa con el agua?"	368

Presentación

PROPUESTA A



Ciencias de la Naturaleza

Educación Secundaria Obligatoria. Primer ciclo

Autores:

Carlos Furió Mas

Valentín Gavidia Catalán

Daniel Gil Pérez

M.^a José Rodés Sala

(De la Universidad de Valencia)

Presentación

Este trabajo supone una continuación del que se propone en el libro *Propuestas de secuencia. Ciencias de la Naturaleza. Educación Secundaria Obligatoria* (Gil y Gavidia, "Propuesta A". M. E. C./Escuela Española, 1993). A este documento nos remitimos para todo lo que se refiere a los criterios de secuencia. Resumiremos aquí, sin embargo, algunas de las tesis allí expuestas, en las que creemos necesario insistir, y profundizaremos en algunos aspectos que fueron insuficientemente tratados como son los contenidos referidos a conceptos y a actitudes o las orientaciones para la evaluación. Ello constituirá el contenido de un primer capítulo introductorio que intenta, de este modo, proporcionar los criterios para la programación de las unidades didácticas presentadas en el resto del documento.

Posteriormente presentamos la organización de los contenidos del ciclo en unidades didácticas, siguiendo los criterios de programación establecidos en la introducción.

Por último, se muestra el desarrollo de dos unidades didácticas en las que se intenta plasmar de la forma más concreta y detallada posible cómo concebimos su puesta en práctica en el aula, los recursos que se pueden utilizar, etc.

Introducción

Los materiales curriculares que vamos a presentar pretenden ser una concreción de los planteamientos discutidos en el Diseño Curricular Base (M. E. C., 1989) e incorporados en el Real Decreto (M. E. C., 1992) acerca de la enseñanza de las ciencias. Hacemos nuestra, pues, su orientación explícitamente constructivista, así como la importancia concedida a las estrategias de resolución de problemas —utilizando pautas propias de la investigación científica— o la unidad de tratamiento preconizada para los contenidos referidos a conceptos, procedimientos y actitudes.

Éstas son, sin embargo, propuestas muy generales (coherentemente con la idea de currículo abierto acertadamente adoptada) que precisan ser concretadas. De nada serviría, por ejemplo, hablar de “pautas propias de la investigación científica” si ello encubriera una visión deformada del trabajo científico. Así pues, antes de proceder a presentar nuestra *Programación*, creemos necesario exponer más detalladamente nuestros propios criterios. Pero queremos insistir, ante todo, en la importancia de que la elaboración del currículo *continúe siendo* una tarea abierta —parcialmente abierta— para cada equipo de profesores, que ha de poder tomar sus propias opciones fundamentadas.

Nuestros ejemplos no pretenden, pues, ofrecer una supuesta “mejor opción”, sino mostrar “en acto” el proceso que nos ha conducido a *una de las posibles concreciones*. Estamos seguros, por otra parte, de que el trabajo en el aula irá modificando las programaciones preparadas, enriqueciéndolas y adecuándolas a la situación concreta. Ello puede convertir la elaboración del currículo en una *investigación en la acción* capaz de generar en el propio profesorado —y, por ende, en los alumnos y alumnas— un interés superior al simple tratamiento de los contenidos impuestos por un currículo cerrado.

No se trata, sin embargo, de preconizar una actividad absolutamente autónoma de cada equipo docente o, menos aún, de cada profesor o profesora. Los intercambios entre distintos colectivos pueden y deben constituir un factor de estímulo y de “control” mutuo. En ese sentido la difusión de diversas programaciones, como la que aquí presentamos, puede tener algún interés sobre todo si, más allá del valor del producto acabado, se dan pistas sobre su diseño y fundamentación. Eso es lo que deseáramos conseguir con este documento.

Una opción radicalmente constructivista

Los planteamientos constructivistas parecen haber sido ampliamente asumidos por los especialistas en didáctica de las ciencias, como muestra el consenso existente en torno a las estrategias de **cambio conceptual**, en las que coinciden, con matices, numerosos autores (Posner *et al.*, 1982; Osborne y Wittrock, 1983; Driver, 1986...). Dichas estrategias, que se inspiran explícitamente en las ideas de Kuhn y otros epistemólogos sobre las características de la construcción de los conocimientos científicos (Posner *et al.*, 1982) pueden resumirse, como se recordará (Driver, 1986), en **sacar a la luz las ideas de los alumnos y alumnas, favoreciendo su formulación y consolidación, para después crear conflictos que las pongan en cuestión e introducir a continuación las concepciones científicas, cuya mayor potencia explicativa hará posible el cambio conceptual, si se proporciona a los alumnos oportunidades para usar las nuevas ideas en diferentes contextos.**

Esta orientación ha dado resultados muy positivos al llamar la atención sobre el peso de ciertas ideas de sentido común, asumidas acríticamente como evidencias. Algunos autores, sin embargo, han constatado que **ciertas concepciones alternativas son resistentes a la instrucción**, incluso cuando ésta se orienta explícitamente a producir el cambio conceptual (Duschl y Gitomer, 1991). Estas estrategias obligan, en nuestra opinión, a un análisis en profundidad de las estrategias propuestas.

Una primera, y a nuestro entender sería, limitación de las propuestas de cambio conceptual es la falta de suficiente atención a las formas de razonamiento asociadas a los esquemas alternativos de los alumnos, poniendo casi exclusivamente el acento en la modificación de las ideas (Gil y Carrascosa, 1985). Como indican Duschl y Gitomer (1991), *“si tenemos que producir una reestructuración radical de conceptos [...] parece que deberíamos enseñar también los conocimientos procedimentales implicados”*.

Por otra parte, cabe temer que el recurso sistemático a estas estrategias de cambio conceptual produzca una inhibición y un rechazo muy comprensibles. En efecto, **¿qué sentido tiene hacer que los alumnos expliciten y afiancen sus ideas para seguidamente cuestionarlas?**, ¿cómo no ver en ello un artificio que aleja la situación de lo que constituye la construcción de conocimientos científicos? Esa construcción nunca se plantea para cuestionar ideas, para provocar cambios conceptuales, sino para resolver problemas de interés para los investigadores (es decir, en nuestro caso para los alumnos, no únicamente para los profesores); problemas que se abordan, como es lógico, a partir de los conocimientos que se poseen y de nuevas ideas que se construyen a título tentativo. En ese proceso, las concepciones iniciales podrán experimentar cambios e incluso, aunque más raramente, ser cuestionadas radicalmente, pero ése no será nunca el objetivo, sino, repetimos, la resolución de los problemas planteados.

Desde un punto de vista constructivista **resulta esencial asociar explícitamente la construcción de conocimientos a problemas** —“*Todo conocimiento es la respuesta a una cuestión*” (Bachelard, 1938)—, y ello cuestiona de forma radical las estrategias de cambio conceptual en lo que supone tomar las ideas de los alumnos como punto de partida. Por otra parte, una característica fundamental del tratamiento científico de los problemas es tomar las ideas que se tienen —incluso las más seguras y obvias— como simples hipótesis de trabajo que es necesario controlar, esforzándose en imaginar *otras* hipótesis, etcétera. Ello concede un *status* muy diferente a las situaciones de conflicto cognoscitivo: ya no suponen para los alumnos el cuestionamiento *externo* de las ideas personales, ni la reiterada aceptación de las insuficiencias del propio pensamiento (con las consiguientes

implicaciones afectivas), sino un trabajo de profundización en el que unas ideas (tomadas como hipótesis) son sustituidas por otras (tan propias como las anteriores).

Por todo ello, la estrategia de enseñanza que nos parece más coherente con la orientación constructivista y con las características del razonamiento científico es la que plantea el aprendizaje como **tratamiento de situaciones problemáticas abiertas que los alumnos y alumnas puedan considerar de interés** (Gil *et al.*, 1991; Gil, 1993). Un esquema de esta estrategia de enseñanza queda reflejada en el *Cuadro 1*.

1. Plantear situaciones problemáticas que —teniendo en cuenta las ideas, visión del futuro, visión del mundo, destrezas y actitudes de los alumnos y alumnas— **generen interés** y proporcionen una concepción preliminar de la tarea.

2. Proponer a los estudiantes el **estudio cualitativo de las situaciones problemáticas** planteadas y la toma de decisiones, con la ayuda de las necesarias búsquedas bibliográficas, para acotar problemas precisos (oportunidad para que comiencen a explicitar *funcionalmente* sus ideas y formas de pensamiento).

3. Orientar el tratamiento científico de los problemas planteados, lo que conlleva, entre otras cosas:

- La invención de conceptos y emisiones de hipótesis (oportunidad para que las ideas previstas sean utilizadas para hacer predicciones).
- La elaboración de estrategias de resolución (incluyendo, en su caso, diseños experimentales) para el contraste de las hipótesis a la luz del cuerpo de conocimientos de que se dispone.
- La resolución y el análisis de los resultados, cotejándolos con los obtenidos por otros grupos de alumnos y por la comunidad científica. Ello puede convertirse en **oportunidad de conflicto sociocognoscitivo entre distintas concepciones** (tomadas todas ellas como hipótesis) y obligar a concebir nuevas hipótesis.

4. Plantear el manejo reiterado de los nuevos conocimientos en una variedad de situaciones para hacer posible la profundización y afianzamiento de los mismos, poniendo un énfasis especial en las relaciones Ciencia/Técnica/Sociedad (CTS) que enmarcan el desarrollo científico (propiciando, a este respecto, la toma de decisiones) y dirigiendo todo este tratamiento a mostrar el carácter de cuerpo coherente que tiene toda ciencia.

Favorecer, en particular, las **actividades de síntesis** (esquemas, memorias, mapas conceptuales...), la **elaboración de productos** (susceptibles de romper con planteamientos excesivamente escolares y de reforzar el interés por la tarea) y la **concepción de nuevos problemas**.

Cuadro 1: Estrategias de enseñanza para un aprendizaje como investigación

En las cuatro fases que esquematizan la estrategia de enseñanza propuesta en dicho cuadro hemos intentado integrar aspectos esenciales que afectan a la actividad científica y que han sido reiteradamente resaltados por la Historia y Filosofía de la ciencia, pero que a menudo no son suficientemente tenidos en cuenta en la enseñanza de las ciencias. Nos referimos concretamente a los problemas de contextualización del trabajo científico (relaciones CTS, toma de decisiones...) y a los componentes afectivos (interés por la tarea, clima de trabajo...).

De este modo, el aprendizaje de las ciencias no se concibe como un simple cambio conceptual, sino como un cambio a la vez conceptual, metodológico y actitudinal.

Una estrategia de enseñanza como la propuesta puede calificarse de **radicalmente constructivista**, en el sentido de que contempla una participación efectiva de los alumnos y alumnas en la construcción de los conocimientos y no la simple reconstrucción subjetiva de los conocimientos proporcionados por el profesor o los textos. Ello genera muy a menudo lógicas reticencias en el profesorado: ¿Hasta qué punto no se trata de una propuesta utópica? ¿Tiene sentido —se suele preguntar— esperar que los alumnos puedan construir por sí solos todos los conocimientos que tanto tiempo y esfuerzos exigieron de los más relevantes científicos? ¿Cómo se concibe el trabajo en la clase? ¿Se trata de que los alumnos pasen la mayor parte del tiempo en el laboratorio (lo que supone olvidar las limitaciones del sistema educativo)? ¿Por qué no aceptar una pluralidad de enfoques, con momentos de investigación (de construcción de conocimientos) al lado de otros de recepción (a través de lecturas o de transmisión verbal)? Todas estas cuestiones y muchas otras son planteadas por los profesores y los mismos investigadores, lo que muestra la necesidad de una mayor precisión en la presentación del modelo.

Intentaremos contestar a dichas cuestiones al tiempo que mostramos, de una forma más precisa, cómo concebimos esta orientación del aprendizaje de las ciencias como investigación. Pero queremos insistir, antes de referirnos a nuestro enfoque particular, en que la idea de aproximar el trabajo de los alumnos a las características del trabajo científico atrae hoy un consenso creciente, fruto de la convergencia de los planteamientos constructivistas y de la profundización en las implicaciones de la Historia y Filosofía de las Ciencias en la Enseñanza de las Ciencias (Hodson, 1988; Astolfi y Develay, 1989; Burbules y Linn, 1991; Wheatley, 1991...).

Debemos advertir también, que la orientación de aprendizaje como investigación que vamos a desarrollar, resulta particularmente adecuada a partir del segundo ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. En este primer ciclo tan sólo pretendemos *iniciar* a los alumnos en esa nueva forma de pensamiento que constituye la investigación científica, prestando atención, sobre todo, a sus aspectos cualitativos.

¿Pueden los alumnos construir realmente conocimientos científicos?

La idea central del modelo de aprendizaje de las ciencias como investigación que proponemos consiste, como acabamos de ver, en el tratamiento de situaciones problemáticas abiertas de interés, a través de las cuales alumnos y alumnas puedan participar en la construcción de los conocimientos. Una primera cuestión que ello plantea, recordemos, es la de hasta qué punto los estudiantes pueden (re)construir unos conocimientos que tanto tiempo y esfuerzos han exigido a los científicos más notables.

Es difícil no estar de acuerdo en que los alumnos *por sí solos* (?) no pueden construir *todos* (?) los conocimientos científicos. Como señala Pozo (1987), “*es bien cierto que muchos de los conceptos centrales de la ciencia son bastante difíciles de descubrir para la mayor parte —si no para la totalidad— de los adolescentes e incluso de los adultos universitarios*”. Sin embargo, como trataremos de mostrar, de aquí no se sigue que se haya de recurrir necesariamente a la transmisión de dichos conocimientos ni que se hayan de poner en cuestión las orientaciones constructivistas.

En efecto, es bien sabido que cuando alguien se incorpora a un equipo de investigadores, puede alcanzar con relativa rapidez el nivel medio del resto del equipo. Y ello

no ocurre mediante una transmisión verbal, sino abordando problemas en los que quienes actúan de directores/formadores son expertos.

La situación cambia, por supuesto, cuando se proponen problemas que son nuevos para todos. El avance, si lo hay, se hace entonces lento y sinuoso. La propuesta de organizar el aprendizaje de los alumnos como una construcción de conocimientos responde a la primera de las situaciones, es decir, a la de una **investigación dirigida**, en dominios perfectamente conocidos por el "director o directora de investigaciones" y en la que los resultados parciales, embrionarios, obtenidos por los alumnos, pueden ser reforzados, matizados o puestos en cuestión por los obtenidos por los científicos que les han precedido. No se trata, pues, de "engañar" a los estudiantes, de hacerles creer que los conocimientos se construyen con la aparente facilidad con que ellos los adquieren (Hodson, 1985), sino de colocarles en una situación por la que los científicos habitualmente pasan durante su formación, y durante la cual podrán familiarizarse mínimamente con lo que es el trabajo científico y sus resultados, replicando para ello investigaciones ya realizadas por otros, abordando, en definitiva, problemas conocidos por quienes dirigen su trabajo.

El planteamiento constructivista del aprendizaje de las ciencias puede responder a estas características de investigación dirigida: **un trabajo de investigación en el que constantemente se cotejan los resultados de los distintos equipos y se cuenta con la inestimable ayuda de un experto.**

No creemos necesario repetir aquí los bien conocidos y documentados argumentos en favor del trabajo en pequeños grupos como forma de incrementar el nivel de participación y la creatividad necesaria para abordar situaciones no familiares y abiertas, como son las que se conciben para posibilitar la construcción de conocimientos. Sí queremos insistir, por el contrario, en la necesidad, mucho menos tenida en cuenta, de favorecer la máxima interacción entre los grupos (Gil *et al.*, 1991; Wheatley, 1991), a través de la cual los alumnos pueden asomarse a una característica fundamental del trabajo científico: la insuficiencia de las ideas y resultados obtenidos por un único colectivo y la necesidad de cotejarlos con los obtenidos por otros, hasta que se produzca suficiente evidencia convergente para que la comunidad científica los acepte.

Nunca se insistirá bastante en que, por ejemplo, unos pocos resultados experimentales como los que se pueden obtener en un laboratorio escolar no permiten hablar de verificación de hipótesis (Hodson, 1985); de ahí la **importancia de los intercambios inter-grupos y la participación del profesor como "portavoz de otros muchos investigadores"**, es decir, de lo que la comunidad científica ha ido aceptando como resultado de un largo y difícil proceso. En este sentido, estamos totalmente de acuerdo con Pozo (1987) cuando afirma que *"de lo que se trata es de que el alumno construya su propia ciencia subido a hombros de gigantes y no de un modo autista, ajeno al propio progreso del conocimiento científico"*. No pensamos, sin embargo, que ello se favorezca con *"la integración de la enseñanza por descubrimiento y de la enseñanza receptiva"* (Pozo, 1987), sino mediante un trabajo colectivo de investigación dirigida, tan alejado del descubrimiento autónomo como de la transmisión de conocimientos ya elaborados. Dicho con otras palabras: entre la metáfora del alumno como simple receptor y la que le asimila a un "investigador" autónomo, **proponemos la metáfora del "investigador novel"** que integra además coherentemente las aportaciones de Vigotski sobre la "zona de desarrollo potencial" y el papel del adulto en el aprendizaje. Las situaciones problemáticas abiertas, el trabajo científico en equipo y la interacción entre los equipos se convierten así en tres elementos esenciales de una orientación constructivista "radical" del aprendizaje de las ciencias (Wheatley, 1991).

Contra algunas visiones deformadas de la actividad científica

Otra preocupación manifestada a menudo por buen número de profesores e investigadores es la de que esta orientación investigativa del aprendizaje parece primar el trabajo de laboratorio o de campo (olvidando las limitaciones del sistema educativo) y dejar de lado actividades fundamentales como pueden ser la lectura o la escucha atenta y provechosa de una exposición: “¿Por qué —preguntan— no aceptar una pluralidad de enfoques que incluya momentos de investigación junto a otros de recepción (a través de la lectura o de una buena conferencia)? ¿Al fin y al cabo mucho de lo que aprendemos proviene de la lectura!”.

Este tipo de comentarios merece una respuesta detenida, capaz de deshacer legítimas prevenciones frente a un supuesto “único camino” que rechace o ignore cualquier otra aportación.

Para empezar, es necesario insistir contra las visiones reduccionistas del trabajo científico que estas mismas preguntas ponen en evidencia: ¿Cómo puede imaginarse que una estrategia investigativa deje de lado la lectura, si más de la mitad del tiempo de un investigador se emplea en dicha actividad? ¿Y cómo suponer que la investigación se opone a escuchar a otros, si las presentaciones, debates, etc., constituyen una actividad regular dentro de cualquier equipo, además de una forma de comunicación privilegiada con el conjunto de la comunidad científica?

Este “reduccionismo experimentalista” que asimila trabajo científico, casi exclusivamente, a trabajo de laboratorio, es una de las muchas deformaciones que los profesores solemos transmitir sobre la naturaleza de la ciencia. En el *Cuadro 2* (página siguiente) hemos intentado recoger algunas de las deformaciones más comunes, que proporcionan una imagen de la naturaleza de la ciencia en las antípodas de lo que la Historia y la Filosofía de la Ciencia nos muestra, pero extraordinariamente extendidas y difundidas, tanto por los medios de comunicación como por la misma enseñanza.

Resulta preciso transformar estas visiones reduccionistas y extremadamente simplistas del trabajo científico y aceptar su naturaleza de actividad abierta y compleja que incluye *como elementos clave*, entre otros, la lectura o la comunicación. En la *Figura 1* (pág. 20) presentamos un *diagrama de un ciclo de investigación* (Gil, 1993) que pretende salir al paso de dichas concepciones simplistas, tan difundidas entre el profesorado, sin cuya transformación no es posible modificar sustancialmente la actividad en el aula (Bell y Pearson, 1992).

Este reconocimiento de la importancia de actividades asociadas tradicionalmente al modelo de transmisión/recepción no debe hacer pensar, sin embargo, en un ecléctico “*todo vale*”. Desde una perspectiva de enseñanza y aprendizaje que se inspire en las estrategias del trabajo científico, leer un texto o escuchar al profesor no responden a la recepción de un conocimiento ya elaborado, sino que aparecen asociadas a, por ejemplo, una búsqueda bibliográfica destinada a precisar un problema o fundamentar una hipótesis, a la confrontación de la propia actividad con otros resultados o puntos de vista, etc. Se trata, pues, de actividades coherentes con lo que supone el tratamiento de situaciones problemáticas de interés y no de momentos de recepción que se combinan con investigaciones.

1. Visión empirista y ateórica: se resalta el papel de la observación y de la experimentación “neutras” (no contaminadas por ideas “apriorísticas”), olvidando el papel esencial de las hipótesis y de la construcción de un cuerpo coherente de conocimientos (teoría).

Por otra parte, pese a esta importancia dada (verbalmente) a la observación y experimentación, en general la enseñanza es puramente *libresca*, sin apenas trabajo experimental.

Se incide particularmente en esta visión ateórica cuando se presenta el aprendizaje de la ciencia como una cuestión de “*descubrimiento*” o se reduce a la práctica de los “*procesos*” con olvido de los contenidos.

2. Visión rígida (algorítmica, “exacta”, infalible...): se presenta el “método científico” como conjunto de etapas a seguir mecánicamente. Se resalta, por otra parte, lo que supone tratamiento cuantitativo, control riguroso, etc., olvidando —o, incluso, rechazando— todo lo que significa invención, creatividad, duda...

3. Visión aporética y ahistórica (ergo dogmática): se transmiten conocimientos ya elaborados, sin mostrar cuáles fueron los problemas que generaron su construcción, cuál ha sido su evolución, las dificultades, etc., ni, mucho menos aún, las limitaciones del conocimiento actual o las perspectivas abiertas.

4. Visión exclusivamente analítica: resalta la necesaria parcialización de los estudios, su carácter acotado, simplificador, pero olvida los esfuerzos posteriores de unificación y de construcción de cuerpos coherentes de conocimientos cada vez más amplios, el tratamiento de problemas “frontera” entre distintos dominios que pueden llegar a unirse, etc.

5. Visión acumulativa, lineal: los conocimientos aparecen como fruto de un crecimiento lineal, ignorando las crisis, las remodelaciones profundas. Se ignora, en particular, la discontinuidad radical entre el tratamiento científico de los problemas y el pensamiento ordinario.

6. Visión de “sentido común”: los conocimientos se presentan como claros, obvios, “de sentido común”, olvidando que la construcción científica parte, precisamente, del cuestionamiento sistemático de lo obvio.

Se contribuye implícitamente a esta visión cuando se practica el **reduccionismo conceptual**, es decir, cuando se presenta el paso de las *concepciones alternativas* de los alumnos a los conocimientos científicos como simple cambio de ideas, sin tener en cuenta los cambios metodológicos que exige dicha transformación, es decir, cuando se ignoran las diferencias sustanciales que existen entre el pensamiento de sentido común y el tratamiento científico de los problemas.

7. Visión “velada”, elitista: se esconde la significación de los conocimientos tras el aparato matemático. No se hace un esfuerzo por hacer la ciencia accesible, por mostrar su carácter de construcción humana, en la que no faltan ni confusión ni errores... como los de los propios alumnos.

En el mismo sentido, se presenta el trabajo científico como un dominio reservado a minorías especialmente dotadas, transmitiendo expectativas negativas hacia la mayoría de los alumnos, con claras discriminaciones de naturaleza social y sexual (la ciencia es presentada como una actividad eminentemente “masculina”).

8. Visión individualista: los conocimientos científicos aparecen como obra de genios aislados, ignorándose el papel del trabajo colectivo, de los intercambios entre equipos... Se deja creer, en particular, que los resultados de un solo científico o equipo pueden verificar o falsear una hipótesis.

9. Visión descontextualizada, socialmente neutra: se olvidan las complejas relaciones CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad) y se proporciona una imagen de los científicos como seres “por encima del bien y del mal”, encerrados en torres de marfil y ajenos a las necesarias tomas de decisión. Cuando, en ocasiones, se tienen en cuenta las interacciones CTS, se suele caer en visiones simplistas: exaltación de la ciencia como factor absoluto de progreso o rechazo sistemático (a causa de su capacidad destructiva, efectos contaminantes, etc.).

Cuadro 2: Algunas concepciones erróneas sobre el trabajo científico que pueden ser transmitidas, explícita o implícitamente, por la enseñanza de las ciencias

DIAGRAMA DE UN CICLO DE INVESTIGACIÓN

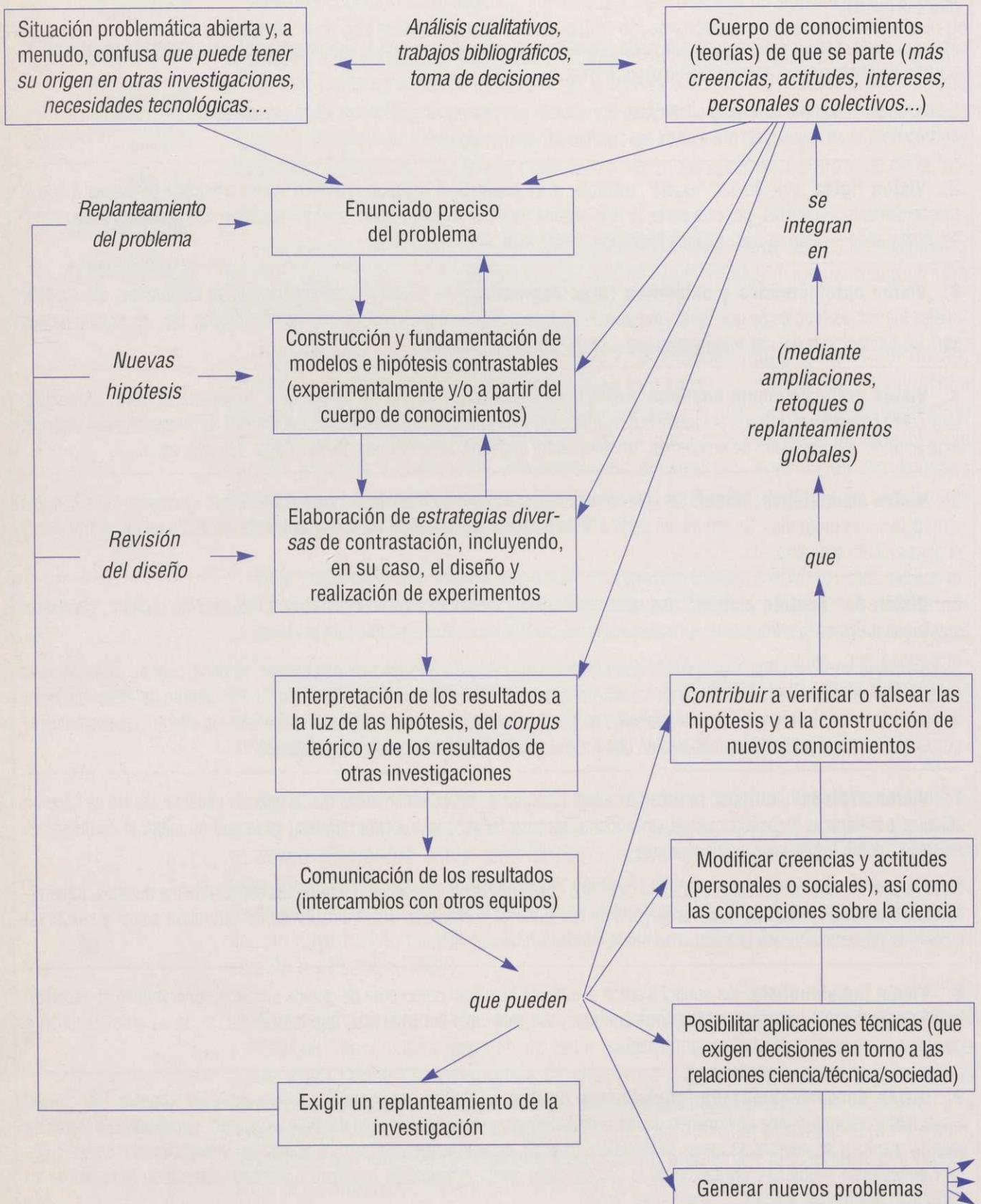


Figura 1: Diagrama de un ciclo de investigación. Representación esquemática de un proceso colectivo extraordinariamente complejo

Hay que subrayar, por otra parte, que una orientación como la que proponemos exige la transformación de las actividades fundamentales del aprendizaje de las ciencias —desde la introducción de conceptos al trabajo de laboratorio, pasando por la resolución de problemas de lápiz y papel... sin olvidar la evaluación— para que se conviertan en ocasión de construcción de conocimientos. Queremos insistir aquí, en particular, en que hablar de trabajo científico no significa necesariamente trabajo experimental: la resolución de problemas de lápiz y papel o la introducción de conceptos exigen también, desde una óptica constructivista, una orientación investigadora. Nos remitimos, en lo que respecta a los problemas de lápiz y papel, a los numerosos trabajos en los que hemos presentado su transformación en actividades de investigación y los resultados obtenidos (Gil *et al.*, 1991). También hemos mostrado la posibilidad de asociar la introducción de conceptos al tratamiento de situaciones problemáticas que exigen aproximaciones cualitativas, *invención* de magnitudes operativas a título de hipótesis (cuya validez depende de la coherencia del cuerpo de conocimientos construido con su ayuda), etc. (Calatayud *et al.*, 1990; Gil *et al.*, 1991).

Esta transformación de las actividades “clásicas” no es, por supuesto, suficiente: no se puede concebir el aprendizaje como el resultado acumulativo de una serie de actividades disjuntas (introducción de conceptos, prácticas de laboratorio, resolución de problemas de lápiz y papel...). La construcción de cuerpos coherentes de conocimientos exige verdaderos *programas de investigación* capaces de orientar el trabajo de los alumnos. Abordaremos esta cuestión en el siguiente apartado.

Como ya hemos señalado, la metáfora que guía nuestro modelo de enseñanza y aprendizaje de las ciencias concibe a los alumnos y alumnas como “investigadores noveles” y al profesorado como experto capaz de dirigir las investigaciones de los alumnos (quienes, en general, van a replicar trabajos bien conocidos por el profesor). Esta situación —muy alejada, claro está, de las investigaciones realizadas en dominios “frontera”, desconocidos por la totalidad de los investigadores— permite evitar que los procesos resulten excesivamente erráticos y los aprendizajes inconexos, puesto que el profesor puede preparar verdaderos *programas de investigación* para orientar y prever el trabajo de los alumnos. Como Driver y Oldham (1986) han señalado, tal vez la implicación más importante del modelo constructivista en el diseño del currículo sea “no concebir el currículo como un conjunto de saberes y habilidades, sino como el *programa de actividades* a través de las cuales dichos saberes y habilidades pueden ser construidos y adquiridos”. La conveniencia de transformar el currículo en programas de actividades ha sido resaltada por nosotros desde finales de los años setenta (Furió y Gil, 1978) y ha sido recogida en las orientaciones para el diseño de unidades didácticas publicadas por el M. E. C. (Camaño y Hueto, 1992).

Algunos profesores expresan el temor de que dichos programas puedan convertirse en una “camisa de fuerza”. Ello es ciertamente posible si las actividades no han sido correctamente concebidas para prever el desarrollo de la investigación. Pensemos que, en general, los alumnos van tan sólo a *replicar* investigaciones, es decir, a abordar situaciones nuevas y problemáticas para ellos, pero bien conocidas por el profesor, lo que facilita una dirección flexible, sin impedir a los alumnos y alumnas avanzar sus construcciones tentativas. Por supuesto no existen recetas para garantizar que un determinado programa vaya a funcionar bien: su diseño constituye un trabajo de investigación aplicada para el profesorado

La transformación del currículo en programas de actividades

1. ¿Se presentan **situaciones problemáticas abiertas** (con objeto de que los alumnos puedan tomar decisiones para precisarlas) de un nivel de dificultad adecuado (correspondiente a su zona de desarrollo potencial)?

2. ¿Se plantea una reflexión sobre el posible **interés de las situaciones** propuestas que dé sentido a su estudio (considerando su relación con el programa general de trabajo adoptado, las posibles implicaciones CTS, etc.)?
 - ¿Se presta atención, en general, a potenciar las actitudes positivas y a que el trabajo se realice en un **clima próximo a lo que es una investigación colectiva** (situación en la que las opiniones, intereses, etc., de cada individuo cuentan) y no en un clima de sometimiento a tareas impuestas por un profesor/"capataz"?

3. ¿Se plantea un **análisis cualitativo**, significativo, que ayude a comprender y a acotar las situaciones planteadas (a la luz de los conocimientos disponibles, del interés del problema, etc.) y a formular preguntas operativas sobre lo que se busca?

4. ¿Se plantea la **emisión de hipótesis** fundamentadas, susceptibles de orientar el tratamiento de las situaciones y de hacer explícitas, funcionalmente, las preconcepciones?
 - ¿Se plantea, al menos, el manejo de alguna hipótesis?
 - ¿Se presta atención a las preconcepciones?

5. ¿Se plantea la **elaboración de estrategias** (en plural), incluyendo, en su caso, diseños experimentales?
 - ¿Se pide, al menos, la evaluación crítica de algún diseño, etc.?
 - ¿Se presta atención a la actividad práctica en sí misma (montajes, medidas...)?

6. ¿Se plantea el **análisis detenido de los resultados** (su interpretación física, fiabilidad, etc.), a la luz del cuerpo de conocimientos disponible, de las hipótesis manejadas y/o de los resultados de otros autores?
 - ¿Se plantea alguna reflexión sobre los posibles conflictos entre algunos resultados y las concepciones iniciales?
 - ¿Se favorece la "autorregulación" del trabajo de los alumnos?

7. ¿Se plantea la consideración de posibles **perspectivas** (replanteamiento del estudio a otro nivel de complejidad, problemas derivados...)?
 - ¿Se consideran, en particular, las **implicaciones CTS** del estudio realizado (posibles aplicaciones, repercusiones negativas...)?

8. ¿Se pide un **esfuerzo de integración** que considere la contribución del estudio realizado a la construcción de un cuerpo coherente de conocimientos, las posibles implicaciones en otros campos de conocimientos, etc.?
 - ¿Se pide algún trabajo de construcción de síntesis, mapas conceptuales, etc., que ponga en relación conocimientos diversos?

9. ¿Se plantea la elaboración de **memorias científicas** del trabajo realizado?
 - ¿Se pide la lectura y comentario crítico de textos científicos?
 - ¿Se presta atención a la verbalización, solicitando comentarios significativos que eviten el "operativismo mudo"?

10. ¿Se potencia la **dimensión colectiva del trabajo científico** organizando equipos de trabajo y facilitando la interacción entre los equipos y la comunidad científica (representada en la clase por el resto de los equipos, el cuerpo de conocimientos ya construido, los textos, el profesor como experto...)?
 - ¿Se hace ver, en particular, que los resultados de una sola persona o de un solo equipo no pueden bastar para verificar o falsear una hipótesis?
 - ¿Se plantea el **manejo funcional del cuerpo de conocimientos aceptado por la comunidad** (para ayudar, por ejemplo, a acotar una situación o analizar unos resultados, etc.)?
 - ¿Se presta atención, en ese sentido, a la **actualización** de los conocimientos que constituyan **prerrequisitos** para el estudio emprendido?

Cuadro 3: Aspectos de un currículo de ciencias que pueden favorecer la construcción de conocimientos científicos

(Driver y Oldham, 1986) que debe someterse a control experimental (aplicación en el aula) y a la crítica de otros expertos. Desde este punto de vista, un programa de actividades aparece como algo siempre en (re)elaboración, sometido a retoques, añadidos y, en ocasiones, a completas remodelaciones.

Resulta particularmente importante cuidar de que el conjunto de actividades dé una visión correcta del trabajo científico, evitando los reduccionismos habituales (que hemos sintetizado en el *Cuadro 2*). A tal efecto hemos elaborado una parrilla de análisis para detectar errores y carencias en las que se puede incurrir al elaborar o llevar a la práctica los programas de actividades (véase *Cuadro 3*).

Conviene insistir en la importancia de proceder a un cuidadoso análisis del tipo de actividades propuestas y de su coherencia global como el que proponemos en el *Cuadro 3*: de poco sirven, en efecto, los ambiciosos objetivos que todos solemos enunciar en los capítulos introductorios si no se reflejan con claridad en las actividades propuestas. Dicho de otra forma: sólo si incorporamos sistemáticamente actividades como las propuestas en el *Cuadro 3* en el estudio de los diferentes temas, estaremos aproximándonos al objetivo fundamental de colocar en pie de igualdad los contenidos referidos a conceptos, procedimientos y actitudes, evitando el habitual reduccionismo conceptual.

Recordaremos de nuevo, sin embargo, que durante el primer ciclo de la Educación Secundaria Obligatoria no se puede pretender más que una *iniciación al tratamiento científico de los problemas*, por lo que se trata de favorecer, sobre todo, los aspectos más cualitativos y con más capacidad motivadora, sin poner excesivo énfasis en la construcción y dominio de un cuerpo coherente de conocimientos. Convendrá, pues, poner énfasis en las actividades centradas en las relaciones CTS, en el uso de materiales de la vida corriente, en la elaboración de "productos" (pósters, exposiciones...) y, en definitiva, en todo aquello susceptible de mostrar la relevancia del desarrollo científico-técnico y de estimular el interés por profundizar en el estudio de las ciencias.

Además del cuidadoso diseño de programas de actividades, susceptibles de orientar el trabajo de investigación de los alumnos y de hacer posible la construcción individual y colectiva de conocimientos, es preciso que la actividad en el aula se organice para favorecer dicha construcción. Ya hemos indicado a este respecto que la utilización de los programas de actividades en la clase está presidida por la idea de **favorecer un trabajo colectivo**, en el doble sentido de organizar la clase en pequeños grupos que aborden las actividades propuestas y de hacer posible los intercambios entre los grupos. Esta insistencia en el trabajo colectivo no debe entenderse, por supuesto, como minusvaloración de la actividad individual, sino como complemento e impulso de la misma. Más aún, la existencia bien conocida de diferencias importantes en el nivel de conocimientos, facilidad de comprensión, etc., de los distintos alumnos y alumnas, encuentra en el pequeño grupo una efectiva vía de homogeneización, que favorece a los alumnos con dificultades *y también* a quienes se esfuerzan por hacerse comprender.

Para favorecer los intercambios y para poder proporcionar a los alumnos la dirección que precisa su trabajo, no consideramos conveniente pedir a los pequeños grupos que aborden autónomamente el programa de actividades (solicitando la ayuda del profesor cuando la precisen) y organizar una puesta en común al final. Esa forma de trabajo presenta, de acuerdo con nuestra experiencia, **algunos inconvenientes**, como son:

¿Cómo organizar el trabajo en clase?

- Ruptura de la unidad de la clase a causa de los diferentes ritmos de trabajo de los grupos, lo que se traduce, cuando las tareas son extensas, en desfases difíciles de recuperar.
- Peligro de desorientación de los alumnos, dado que algunas actividades exigen la realización correcta de las precedentes.
- Dificultad de que el profesor pueda satisfacer las peticiones de ayuda de los pequeños grupos (que la solicitan, a menudo, simultáneamente y sobre cuestiones diferentes).

Estas dificultades para el correcto seguimiento de la actividad de los alumnos nos han conducido a una forma más estructurada, consistente en realizar una puesta en común prácticamente después de cada actividad. Ello permite al profesor reformular y sintetizar las aportaciones, añadir información complementaria y orientar las actividades siguientes. Como es lógico, estas puestas en común no deben emplear, en general, mucho tiempo. Para conseguir esto empleamos técnicas diversas como son la transcripción simultánea en la pizarra de las respuestas de los grupos o una breve exposición de uno de los grupos que los otros equipos completan o critican, si es necesario. Conviene añadir que no es preciso esperar a que todos los grupos hayan completado la tarea propuesta para pasar a la puesta en común, puesto que ello podría perjudicar al ritmo de la clase, provocando dispersiones e incluso aburrimiento. El profesor debe, pues, seguir con atención el trabajo de los grupos y pasar a la discusión en común en el momento oportuno. Esta puesta en común permitirá completar, en su caso, el trabajo de los grupos en retraso. Más aún: es posible que, en ocasiones, el trabajo de los grupos haya resultado ineficaz —tal vez porque la actividad no estaba bien diseñada, lo que obliga a su revisión— o bien que los resultados constituyan aproximaciones correctas, pero insuficientes, y sea necesario que el profesor los refuerce añadiendo información, reformulándolas, etc. Pero como esta información y ayuda llega en respuesta a problemas que los grupos ya se han planteado, resulta significativa para los alumnos y alumnas, es vista como algo funcional en el proceso de investigación seguido y permite su aprendizaje.

Señalemos, para terminar este apartado, que el desarrollo eficaz de un programa de investigación exige la transformación del clima del aula para que se supere la habitual atmósfera de control autoritario, más típica de unos “trabajos forzados” que de una investigación científica (Gil *et al.*, 1991). En esta transformación de las actividades y situaciones de aprendizaje, una correcta comprensión de la naturaleza del trabajo científico resulta, una vez más, fundamental, pudiendo ilustrar sobre las situaciones problemáticas enfrentadas por los científicos, las condiciones que pueden favorecer su tratamiento, etc.

La evaluación como instrumento de aprendizaje y de mejora de la enseñanza

Hasta aquí apenas hemos hecho referencia a la evaluación al describir nuestra propuesta de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Sin embargo, los investigadores están insistiendo últimamente en que *las innovaciones curriculares no pueden considerarse consolidadas si no se reflejan en transformaciones similares en la evaluación* (Linn, 1987). En efecto, poco importan las innovaciones introducidas o los objetivos enunciados: si la evaluación sigue consistiendo en ejercicios para constatar el grado de asimilación de algunos conocimientos conceptuales, ése será para los alumnos el verdadero objetivo del aprendizaje.

Todo parece indicar que la evaluación es uno de los aspectos del proceso de enseñanza y aprendizaje que más claramente pone en evidencia las insuficiencias del mismo, debido,

muy en particular, al peso que tienen ciertas ideas y comportamientos “espontáneos” del profesorado, que actúan como auténticos obstáculos a la renovación (Gil *et al.*, 1991; Alonso, Gil y Martínez-Torregrosa, 1992).

Concepciones espontáneas del profesorado de Ciencias sobre la evaluación

No podemos detenernos aquí en el estudio detenido de las concepciones que el profesorado de Ciencias suele —solemos— sustentar sobre la evaluación. De forma muy resumida nos referiremos a las siguientes ideas y comportamientos:

- Idea de que resulta fácil evaluar las materias de ciencias con objetividad y precisión, debido precisamente a la naturaleza misma de los conocimientos evaluados.
- Tendencia a limitar la evaluación a aquello que sea más fácilmente medible, evitando todo lo que pueda dar lugar a respuestas imprecisas; es decir, evitando los aspectos más creativos de la actividad científica.
- Suposición de que las materias científicas no están al alcance de todos, por lo que una prueba bien planteada pondrá de manifiesto el fracaso de un porcentaje importante de alumnos y discriminará a los “buenos” y “malos” estudiantes.
- Tendencia a utilizar la evaluación como un instrumento de mera constatación terminal de los logros de alumnos y alumnas.

¿Hasta qué punto estas concepciones están fundamentadas? A título de ejemplo nos referiremos a la primera de ellas. Sobre la precisión y objetividad de las pruebas, cabe decir que los estudios de docimología han mostrado notables diferencias entre las puntuaciones dadas por distintos profesores a un mismo ejercicio de Física o Matemáticas; y también que las notas que el mismo profesor da a los mismos ejercicios en momentos diferentes (por ejemplo, tras un intervalo de tres meses) pueden sufrir grandes oscilaciones. Mayor importancia tiene aún la enorme influencia de las expectativas del profesorado: podemos recordar la investigación realizada por Spears (1984), que muestra cómo un mismo ejercicio es valorado sistemáticamente más bajo cuando es atribuido a una alumna que cuando se supone obra de un alumno; o el *efecto Pigmalión*, que se traduce en valoraciones netamente más altas de aquellos ejercicios atribuidos a alumnos o alumnas “brillantes”.

Todos estos resultados cuestionan la supuesta precisión y objetividad de la evaluación en un doble sentido: por una parte muestran hasta qué punto las valoraciones están sometidas a amplísimos márgenes de incertidumbre y, por otra, hacen ver que la evaluación constituye un instrumento que afecta muy decisivamente a aquello que pretende medir; dicho de otro modo, los profesores no sólo nos equivocamos al calificar (dando, por ejemplo, puntuaciones más bajas en materias como la Física a ejercicios que creemos hechos por chicas), sino que contribuimos a que nuestros prejuicios —los prejuicios, en definitiva, de toda la sociedad— se conviertan en realidad: las chicas acaban teniendo logros inferiores y actitudes más negativas hacia el aprendizaje de la Física que los chicos; y los alumnos considerados mediocres terminan efectivamente siéndolo.

La evaluación resulta ser, más que la medida objetiva y precisa de unos logros, la expresión de unas expectativas en gran medida subjetivas, pero con una gran influencia sobre los alumnos. Conviene llamar la atención sobre el papel *positivo* de las investigaciones que están ayudando a sacar a la luz estas preconcepciones y su influencia: en la misma medida

en que se comprende el efecto negativo que determinadas expectativas ejercen, se abre la vía a concepciones y comportamientos de sentido contrario. Los resultados de la *effective school research* (Rivas, 1986) son una buena muestra de lo que ocurre cuando las habituales expectativas negativas dejan paso a la convicción de que la generalidad de los alumnos puede tener éxito si son debidamente ayudados.

Una concepción de la evaluación coherente con los planteamientos constructivistas

Desde la concepción del aprendizaje que venimos desarrollando y fundamentando es difícil encontrar funcionalidad a una evaluación consistente en el enjuiciamiento "objetivo" y terminal de la labor realizada por cada alumno. Por el contrario, como formador de investigadores noveles, el profesor ha de considerarse corresponsable de los resultados que éstos obtengan: no puede situarse frente a ellos, sino con ellos; su pregunta no será "quién merece una valoración positiva y quién no", sino "qué ayudas precisa cada cual para seguir avanzando y alcanzar los logros deseados". Sabe que para ello son necesarios un seguimiento atento y una retroalimentación constante que reoriente e impulse la tarea. Eso es lo que ocurre en los equipos de investigación que funcionan correctamente, y eso es lo que tiene sentido también, en nuestra opinión, en una situación de aprendizaje creativo, orientada a la construcción de conocimientos, a la investigación.

Los alumnos han de poder cotejar sus producciones con las de otros equipos y —a través del profesor/director de investigaciones— con el resto de la comunidad científica; y han de ver valorado su trabajo y recibir la ayuda necesaria para seguir avanzando, o para rectificar si fuera necesario. Este tipo de evaluación *formativa* es consustancial con cualquier tarea con aspiración científica y debe formar parte, pues, del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Atribuir a la evaluación el papel de instrumento de aprendizaje exige romper con bastantes de las concepciones de sentido común que hemos mencionado y modificar sus características:

Nuevas características de la evaluación

Una **primera** característica que ha de poseer la evaluación para jugar un papel orientador e impulsador del trabajo de los alumnos y las alumnas es que pueda ser percibida por éstos como *ayuda real*, generadora de expectativas positivas. El profesor ha de lograr transmitir su interés por el progreso del alumnado y su convencimiento de que un trabajo adecuado terminará produciendo los logros deseados, incluso si inicialmente aparecen dificultades. Se precisa un esfuerzo especial para dar a muchos alumnos la seguridad de que pueden llegar a hacer bien las cosas.

Conviene, para ello, una *planificación muy cuidadosa de los inicios del curso*, comenzando con un ritmo pausado, revisando cuidadosamente los pre-requisitos (para que no se conviertan, como a menudo ocurre, en obstáculo), planteando tareas simples, etc. Es preciso ser consciente de que unos primeros resultados negativos no sólo generan expectativas negativas en muchos profesores que "condenan" literalmente a los alumnos implicados, sino que para estos mismos alumnos constituyen, en general, un refuerzo negativo

que les induce a abandonar, a adoptar una actitud de rechazo y de mínimo esfuerzo. Hay que evitar esto con todo tipo de ayuda, comenzando con la manifestación explícita y convencida de que los resultados “negativos” no son tales, sino que sirven para detectar las insuficiencias que conviene cubrir, siguiendo con sobreenseñanza, trabajo con otros compañeros, etc., y terminando con la realización de nuevas pruebas que muestren los progresos conseguidos.

Algunos profesores pueden pensar que ello ha de traducirse en pérdidas de tiempo que perjudicarán a los alumnos bien preparados cuyo derecho a aprender no debe ser ignorado. Pero, en realidad, lo que sucede es todo lo contrario: esta aparente pérdida de tiempo inicial permite romper con la rémora que supone a lo largo del curso la existencia de un núcleo importante de alumnos que “no siguen”. Se produce así un **progreso global favorable también para los alumnos mejor preparados**. Todo esto debe ser explicitado para evitar inquietudes y tensiones innecesarias y transmitir, en definitiva, expectativas positivas a *todos* los alumnos.

Una **segunda** característica que ha de poseer la evaluación para que pueda desarrollar su función de instrumento de aprendizaje es su *extensión a todos los aspectos —conceptos, procedimientos y actitudes— del aprendizaje de las ciencias*, rompiendo con su habitual reducción a aquello que permite una medida más fácil y rápida: la rememoración repetitiva de los “conocimientos teóricos” y su aplicación, igualmente repetitiva, a ejercicios de lápiz y papel. Se trata de ajustar la evaluación —es decir, el seguimiento y la retroalimentación— a las finalidades y prioridades establecidas para el aprendizaje de las ciencias y no olvidar que sólo aquello que es evaluado es percibido por los alumnos como realmente importante. Una hoja de análisis como la que hemos presentado en el *Cuadro 3* puede ser útil también a este respecto. Es necesario, además, ampliar la evaluación más allá de lo que supone la actividad individual de los alumnos: la *evaluación de aspectos como el clima de la clase, el funcionamiento de los pequeños grupos, las intervenciones del profesor, etc.*, contribuyen a *romper con la concepción de la evaluación como simple enjuiciamiento de los alumnos* y a hacer sentir que realmente se trata del seguimiento de una tarea colectiva para incidir positivamente en la misma.

La aceptación de la evaluación como algo necesario para alcanzar los objetivos asumidos se ve favorecida si se comienza evaluando aspectos distintos de la actividad individual (funcionamiento de los pequeños grupos, intervenciones del profesor, etc.), si se valora todo aquello que los alumnos hacen (desde un póster confeccionado en equipo al cuaderno personal de clase...) además de los resultados de las pruebas, y si los alumnos y alumnas participan en la regulación de su propio proceso de aprendizaje (Linn, 1987) dándoles oportunidad de reconocer y valorar sus avances, de rectificar sus ideas iniciales, y de aceptar el error como inevitable en el proceso de construcción de conocimientos. Ello no quiere decir —como a veces temen algunos profesores— que se dé menos importancia a los conocimientos y destrezas que cada alumno ha de adquirir: por el contrario, se trata de favorecer al máximo dicha adquisición; se evalúan aspectos como el clima del aula o el funcionamiento de los pequeños grupos, no para esconder —tras una nebulosa valoración global— lo que cada alumno ha logrado aprender, sino para favorecer el progreso de todos y cada uno de los alumnos, que han de tener ocasión, por supuesto, de percibir su avance personal.

En tercer lugar, si aceptamos que la cuestión esencial no es averiguar quiénes son capaces de hacer las cosas bien y quiénes no, sino lograr que la gran mayoría consiga

hacerlas bien, es decir, si aceptamos que el papel fundamental de la evaluación es incidir positivamente en el proceso de aprendizaje, es preciso concluir que ha de tratarse de una *evaluación a lo largo de todo el proceso y no de valoraciones terminales*. Ello no supone —como a menudo interpretan los profesores y los propios alumnos— parcializar la evaluación realizando pruebas tras períodos más breves de aprendizaje para terminar obteniendo una nota por acumulación sino, insistimos, integrar las actividades evaluadoras a lo largo del proceso con el fin de incidir positivamente en el mismo, dando la retroalimentación adecuada y adoptando las medidas correctoras necesarias.

Es cierto que cinco pruebas, aunque tengan un carácter terminal —tras la enseñanza de un determinado dominio—, es mejor que una sola al final del curso; al menos habrán contribuido a impulsar un estudio más regular evitando que se pierdan todavía más alumnos; pero su incidencia en el aprendizaje sigue siendo mínima o, peor aún, puede producir efectos distorsionantes. En efecto, a menudo la materia evaluada ya no vuelve a ser tratada, por lo que los alumnos que superaron las pruebas pueden llegar al final del curso habiendo olvidado prácticamente todo lo que estudiaron, teniendo conocimientos incluso más escasos que quienes fracasaron inicialmente y se vieron obligados a revisar por su cuenta. Se acentúa así, además, la impresión de que no se estudian las cosas para adquirir unos conocimientos útiles e interesantes, sino para pasar unas pruebas. Es importante a este respecto ser conscientes de las leyes del olvido y planificar revisiones/profundizaciones de aquello que se considere realmente importante, para que los alumnos afiancen dichos conocimientos, aunque ello obligue, claro está, a reducir el currículo, eliminando aspectos que, de todas formas, serían mal aprendidos y olvidados muy rápidamente.

Vistas las características fundamentales que una evaluación habría de poseer para convertirse en un instrumento eficaz de aprendizaje, conviene ahora detenerse en considerar las formas concretas de realizar dicha evaluación.

Actividades de evaluación del alumnado

Cabe decir, en primer lugar, que una orientación constructivista del aprendizaje permite que *cada actividad realizada en clase por los alumnos constituya una ocasión para el seguimiento de su trabajo*, la detección de las dificultades que se presentan, los progresos realizados, etc. Es ésta una forma de evaluación extraordinariamente eficaz para incidir “sobre la marcha” en el proceso de aprendizaje, que se produce además en un contexto de trabajo colectivo, sin la interferencia de la ansiedad que produce una prueba. Ello no elimina, sin embargo, la necesidad de pruebas individuales que permitan constatar el resultado de la acción educativa en cada uno de los alumnos y obtener información para reorientar convenientemente su aprendizaje.

A tal efecto *consideramos muy conveniente la realización de alguna pequeña prueba en la mayoría de las clases sobre algún aspecto clave de lo que se ha venido trabajando*. Ello permite: impulsar al trabajo diario y comunicar seguridad en el propio esfuerzo; dar información al profesor y a los alumnos sobre los conocimientos que se poseen, sobre las deficiencias que se hayan producido —haciendo posible la incidencia inmediata sobre las mismas— y sobre los progresos realizados, contribuyendo así a crear expectativas positivas; reunir un número elevado de resultados de cada alumno o alumna reduciendo sensiblemente la aleatoriedad de una valoración única.

El contenido de estas pruebas, y de toda la evaluación, ha de remitir, claro está, a todos los aspectos —conceptos, procedimientos y actitudes— del aprendizaje de las ciencias, siendo necesario un esfuerzo particular para romper, como hemos señalado reiteradamente, con la habitual reducción de las evaluaciones a los aspectos conceptuales. Digamos, para terminar, que conviene discutir inmediatamente las posibles respuestas a la actividad planteada, lo que permitirá conocer si la clase está o no preparada para seguir adelante con posibilidades de éxito. Se favorece así la participación de los alumnos y alumnas en la valoración de sus propios ejercicios; es decir, su autorregulación, pudiéndose aprovechar también esta discusión como introducción al trabajo del día, centrando la atención de los alumnos de una forma particularmente efectiva.

Pese al interés y efectividad de estas pequeñas pruebas, consideramos que *los exámenes o pruebas más extensas siguen siendo necesarios*. Es cierto que el examen es visto a menudo como simple instrumento de calificación de los alumnos, siendo criticado a justo título por lo que supone de aleatoriedad, tensión bloqueadora, etc.; sin embargo, *un examen, es decir, un ejercicio global, es también ocasión de que el alumno se enfrente con una tarea compleja y ponga en tensión todos sus conocimientos*. Por nuestra parte, asumiendo la crítica al examen como instrumento exclusivo de calificación, queremos referirnos a su papel como ocasión privilegiada de aprendizaje si se cumplen algunas condiciones:

- En primer lugar, es necesario que el examen plantee actividades coherentes con un aprendizaje por construcción de conocimientos: desde análisis cualitativos de situaciones abiertas, al tratamiento de las relaciones ciencia/técnica/sociedad; desde la construcción y fundamentación de hipótesis —más allá de las evidencias de sentido común—, a la interpretación de los resultados de un experimento, etc.
- En segundo lugar, es también necesario que el examen sea devuelto corregido lo antes posible y se discutan, cuestión por cuestión, las posibles respuestas, los errores aparecidos, la persistencia de preconcepciones, etc. Los alumnos, con su examen delante, se mantienen abiertos y participativos como nunca en estas sesiones, que constituyen actividades de autorregulación muy eficaces.
- Es muy conveniente, tras esta discusión, solicitar de los alumnos y alumnas que rehagan de nuevo el examen en su casa con todo cuidado y vuelvan a entregarlo. Ello contribuye muy eficazmente a afianzar lo aprendido, como puede constatarse en los días siguientes con la realización de pequeños ejercicios sobre los aspectos que hubieran planteado más dificultades.
- Es también necesario que las condiciones de realización del examen sean compatibles con lo que supone una construcción de conocimientos —que conlleva tentativas, rectificaciones, etc.— y, en particular, que los alumnos y alumnas no se vean constreñidos por limitaciones de tiempo que sólo permiten la simple repetición de conocimientos memorizados.

Hemos de insistir, para terminar, en que el alumnado ha de ver debidamente valoradas todas sus realizaciones —desde la construcción de un instrumento a su cuaderno de clase— y no solamente aquéllas planteadas como pruebas. Se incrementa así la información disponible para valorar y orientar adecuadamente el aprendizaje de los alumnos y se contribuye a que éstos vean reconocidos todos sus esfuerzos con el consiguiente efecto motivador.

Evaluación de la actividad del profesor

Aunque la concepción de la evaluación como instrumento de aprendizaje —sustituyendo a la de juicio terminal sobre los logros de los alumnos— representa un indudable progreso, éste resulta insuficiente si no se contempla también como un *instrumento de mejora de la enseñanza*. En efecto, las disfunciones en el proceso de enseñanza y aprendizaje no pueden atribuirse exclusivamente a dificultades de los alumnos y resultará difícil que los alumnos no vean en la evaluación un ejercicio de poder irracional si sólo se cuestiona su actividad. Si realmente se pretende hacer de la evaluación un instrumento de seguimiento y mejora del proceso, es preciso no olvidar que se trata de una actividad colectiva, de un proceso de enseñanza y aprendizaje en el que el papel del profesor y el funcionamiento del centro constituyen factores determinantes. La evaluación ha de permitir, pues, incidir en los comportamientos y actitudes del profesorado. Ello supone que alumnos y alumnas tengan ocasión de discutir aspectos como el ritmo que el profesor imprime al trabajo, la claridad de sus intervenciones o la manera de dirigirse a ellos.

Por otra parte, conviene recordar que la idea de un aprendizaje de las ciencias como investigación dirigida es solidaria de la concreción del currículo en programas de actividades a través de los cuales los alumnos puedan construir conocimientos y adquirir habilidades y actitudes. Nada garantiza, sin embargo, que las actividades diseñadas sean adecuadas y conduzcan a los resultados previstos. *Será necesario, pues, que la evaluación se extienda a los programas de actividades* e implique a los equipos de profesores en una tarea de revisión permanente del currículo que adquiere las características de una investigación (Driver y Oldham, 1986).

Terminaremos aquí estas reflexiones sobre la evaluación, que nos han permitido un replanteamiento de su función y formas habituales, e integrarla coherentemente en el modelo de enseñanza y aprendizaje de las ciencias como investigación que fundamenta nuestra propuesta curricular.

Crear expectativas positivas en los estudiantes

Ya hemos hecho referencia repetidamente (véanse, por ejemplo, los *Cuadros 1 y 3*) a la necesidad de que el estudio de cualquier problema comience con la consideración por los alumnos de su posible interés y relevancia, evitando así que se vean sumergidos en una tarea sin una mínima idea de qué se persigue con la misma. Si esto es cierto en cualquier tema, aún lo es más, pensamos, en lo que se refiere al inicio del estudio de las ciencias, en donde hay que salir al paso de actitudes de rechazo o simple indiferencia que, si no son modificadas, pueden bloquear la implicación de los alumnos y, por tanto, su aprendizaje.

De hecho, la investigación didáctica ha mostrado que si bien entre los niños y niñas de Primaria existe un interés inicial muy generalizado por el mundo de las ciencias, ese interés decrece notoria y regularmente a lo largo de la escolarización. La cuestión preocupa particularmente en el momento actual, en que se implanta una reforma de la enseñanza que extiende los estudios secundarios a todos los jóvenes.

Muchos profesores se preguntan, en efecto, si todos los alumnos y alumnas poseerán el interés y capacidad necesarios para realizar las tareas complejas que el aprendizaje de las ciencias exige. Pero esta misma preocupación es ya una clara expresión de las expectativas pesimistas del profesorado..., que van a reforzar las de alumnos y alumnas, cerrando un círculo de desconfianza y rechazo.

Es preciso ser conscientes del peso de estas expectativas, a las que nos hemos referido más extensamente al tratar de la evaluación, y reconocer que es posible y necesario transformarlas de entrada..., si queremos que la educación científica pueda convertirse en un elemento esencial de la formación cultural de los futuros ciudadanos y ciudadanas.

Creemos por ello necesaria una *Introducción general al estudio de las ciencias* que aborde estas cuestiones y, muy en particular, el papel de la actividad científica en nuestras vidas y la necesidad de una alfabetización crítica (Hodson, 1992) que permita a los futuros ciudadanos la toma fundamentada de decisiones. Éste será, pues, el primer punto de la programación que presentamos en las páginas siguientes. Posteriormente, mostraremos en dos temas concretos —unidades didácticas— los criterios curriculares discutidos en esta introducción general, intentando mostrarlos “en acto”, de la forma más concreta posible.

Programación

Para la presentación de materiales curriculares se suele recomendar que cada Unidad didáctica incluya, en principio, los siguientes elementos:

- Selección de objetivos didácticos.
- Selección de contenidos (referidos a conceptos, procedimientos y actitudes).
- Tipos de actividades de aprendizaje.
- Propuestas de pautas metodológicas.
- Criterios y procedimientos de evaluación.

Estamos de acuerdo en la necesidad de una indicación *explícita*, no sólo de los objetivos didácticos, sino también de los contenidos, tipos de actividades, etc. Se garantiza así que no se produzca el habitual reduccionismo a los conceptos (con olvido de los procedimientos y actitudes) o la incoherencia entre unos objetivos ambiciosos y unas actividades de aprendizaje que apenas contemplan algo más que la recepción de los conocimientos transmitidos.

Pensamos, sin embargo, que una presentación separada de cada uno de los elementos (objetivos, contenidos, actividades...) puede resultar excesivamente esquemática y reiterativa, dificultando una lectura hilvanada y estimulante. Hemos optado, pues, por una presentación integrada (aunque esperamos que sea suficientemente explícita) de esos distintos aspectos. Para ello hemos recurrido a una redacción unitaria de cada programación, pero resaltando mediante asteriscos y letra negrita los diversos aspectos introducidos. Al final de cada tema hemos resumido, bajo el epígrafe "En síntesis", los aspectos más relevantes de lo que el alumno habría de aprender, lo que se convierte, lógicamente, en una forma de esquematizar los objetivos perseguidos y los contenidos tratados (además de constituir una guía para una evaluación concebida como instrumento de aprendizaje).

Esperamos conjugar de este modo una presentación explícita de los aspectos esenciales con la posibilidad de una lectura más fluida y significativa.

Presentación de las programaciones

Debemos añadir que hemos optado por no incluir referencias al tiempo previsto para cada Unidad, puesto que ello introduciría una excesiva rigidez en el desarrollo del ciclo, que ha de tener en cuenta los recursos disponibles, los intereses del alumnado (y del profesorado), etcétera. De forma global, sin embargo, pensamos que los apartados 1 y 2 por una parte, y 3 y 4 por otra, cubren el tiempo correspondiente a sendos cursos académicos. Consideramos, además, que los bloques 1 y 3 reclaman, en este nivel, bastante más tiempo que el 2 y el 4 (como queda reflejado parcialmente en el número de unidades de cada apartado).

Tampoco hemos incluido referencias detalladas a los recursos didácticos (libros y materiales para la preparación de trabajos prácticos, etc.), dada su abundancia y teniendo en cuenta que en los Centros de Profesores y Recursos se puedan encontrar, en general, amplias selecciones de los mismos.

Hemos creído más útil, en definitiva, destinar estas páginas a ofrecer sugerencias sobre la orientación que se puede dar a los temas, aspectos que pueden tenerse presentes, posible hilo conductor, etc. Y ello con el ánimo de mostrar un enfoque de tratamiento que sirva de referencia, junto a otras programaciones, para los planteamientos diferenciados que cada equipo de profesores hará suyos.

Introducción general al estudio de las ciencias

Papel de la actividad científica en nuestras vidas

Cuando, a principios de siglo, científicos y educadores reclamaban la introducción de las ciencias en la formación general de los futuros ciudadanos, expresaban una visión profundamente optimista sobre el papel de la ciencia en la vida de los hombres y sobre su capacidad educativa. Así, el gran científico francés Paul Langevin escribía en 1926: *“En reconocimiento del papel jugado por la ciencia en la liberación de los espíritus y en la afirmación de los Derechos del Hombre, el movimiento revolucionario hace un esfuerzo considerable por introducir la enseñanza de las ciencias en la cultura general y conformar esas humanidades modernas que aún no hemos logrado establecer.”*

Hoy sabemos, sin embargo, que la actitud hacia la ciencia y hacia su aprendizaje está muy lejos de aquellas optimistas y aparentemente fundadas previsiones. Se detecta, por el contrario, un doble rechazo: por una parte, la enseñanza de materias científicas acaba siendo vista por muchos alumnos como “aburrida”, “abstracta” e incluso “dogmática” (*sic*). Por otra parte, la propia ciencia es asociada, cada vez con más énfasis, a las más negras perspectivas: la destrucción del medio natural, la contaminación de los alimentos, etc., son atribuidas sin más análisis al desarrollo científico/técnico. La antigua admiración acrítica, que veía en la ciencia la solución de todos los problemas, se está transformando hoy en un rechazo igualmente acrítico. Ése es, querámoslo o no, el punto de partida de un número creciente de ciudadanas y ciudadanos y, por tanto, del propio alumnado. Como profesores hemos de ser conscientes de ello e intentar transformarlo en una actitud menos simplista. Creemos, pues, necesario dedicar esta introducción general a abordar los siguientes aspectos:

- Favorecer un breve debate inicial en torno a las distintas concepciones acerca de la ciencia y las relaciones ciencia/sociedad. Se trata, naturalmente, de proceder a una primera aproximación, que deberá enriquecerse a lo

largo de todo el curso, pero que puede mostrar a los alumnos el interés de estas cuestiones e incidir en la importancia de lo que Hodson (1992) denomina una *alfabetización científica crítica*.

- Una mínima clarificación inicial de las características del trabajo científico, de sus especificidades y diferencias respecto al pensamiento “de sentido común”. Se trataría de romper con algunas de las visiones simplistas más comunes, a las que hemos hecho referencia en el tercer apartado de la Introducción. Una petición a los alumnos para que enumeren lo que, en su opinión, caracteriza la actividad de los científicos, puede ser un buen punto de partida, pasando seguidamente a clarificar conceptos clave como el de hipótesis o el de teoría.

Una reflexión detenida sobre la naturaleza del trabajo científico puede posponerse al segundo ciclo de la ESO, pero no creemos que pueda procederse a una iniciación a las Ciencias, ni siquiera elemental, como la que se pretende en este primer ciclo, sin resaltar, por ejemplo, lo que supone romper con un pensamiento basado en “certezas”, en “evidencias” y pasar a un razonamiento basado en hipótesis, como simples “respuestas tentativas” que han de ser puestas a prueba lo más rigurosamente posible.

- Una “desmitificación” de las dificultades del aprendizaje de las ciencias, a menudo contemplado por los alumnos (¡y por los profesores!) como tarea excesivamente compleja, por encima de las capacidades de la mayoría de ellos. Es preciso romper con esas visiones elitistas y transmitir expectativas positivas, que habrá que apoyar a lo largo de todo el curso con un seguimiento cuidadoso de la actividad de los alumnos para evitar bloqueos y abandonos que, como ya hemos discutido en el capítulo introductorio, *no están justificados*.
- Por último, esta introducción general habría de proporcionar a los alumnos y alumnas una concepción preliminar y un hilo conductor del trabajo que van a desarrollar a lo largo del curso. Una discusión de la imagen de la naturaleza de la ciencia que pueden haber adquirido los alumnos, tanto a través de las actividades del área de Conocimiento del Medio de la Educación Primaria como a través de su actividad extraescolar, puede dar lugar a explicitar cuestiones o temas que consideren de posible interés. El profesor puede, a partir de ahí, presentar un primer bosquejo del hilo conductor que haya previsto y en el que, sin duda alguna, muchas de las cuestiones planteadas encontrarán su lugar, mientras otras pueden remitirse justificadamente a cursos más avanzados.

Por nuestra parte, hemos elegido como *leit motiv* de este primer ciclo —tal como expusimos en la *Secuencia...* ya presentada (Gil y Gavidia, 1993)— el estudio de “*Un Universo complejo en el que la diversidad y el cambio coexisten con la regularidad y permanencia*”. Más precisamente, el hilo conductor consistiría en el estudio de la diversidad y la búsqueda de regularidades y de comprensión de los cambios (con objeto, en particular, de orientarlos adecuadamente) en los siguientes dominios: los seres vivos, el medio físico terrestre, las sustancias y los objetos celestes.

Cualquier otro hilo conductor sería, por supuesto, igualmente válido: lo esencial es que *exista uno*, que tenga un carácter problemático (es decir, de presentación de problemas más que de enunciado de resultados) y, en definitiva, que los alumnos lo hagan suyo (a través, particularmente, de su participación en el establecimiento del mismo).

HILO CONDUCTOR DEL PRIMER CICLO



Digamos, para terminar, que concedemos una gran importancia a esta introducción general al ciclo (a cada uno de sus cursos) y que no debe preocupar dedicar un cierto tiempo a la misma (no excesivo, pero sí suficiente para incidir efectivamente), si pretendemos realmente despertar el interés por el mundo de las ciencias y transmitir expectativas positivas hacia su estudio.

A continuación (páginas 37-85) se presenta la programación del ciclo propiamente dicha: cada uno de los bloques de contenido con su correspondiente apartado introductorio y unidades didácticas que los desarrollan.

- ***Diversidad y regularidad de los seres vivos.***
- ***Diversidad y regularidad en el medio físico terrestre.***
- ***Diversidad de las sustancias y sus transformaciones.***
- ***Una mirada hacia los cielos: ¿Un universo perfecto e inmutable?***

“La ciencia se asemeja a un caudaloso río. Sus comienzos, como los del poderoso Amazonas, quedan más allá de los confines más remotos de lo conocido. Como los riachuelos se van juntando sucesivamente hasta convertirse en torrente irresistible, así los elementos primeros y aislados de las diversas ramas de la ciencia se combinan progresivamente para dar lugar a un gran edificio sólidamente asentado en leyes generales aceptadas.

La ciencia tuvo sus comienzos en cosas sencillas: la sucesión regular del día y de la noche, la periodicidad de las estaciones del año, la repetición de las fases de la Luna, el brotar de las plantas, el madurar de las semillas, el ir y venir de los vientos, las lluvias y las tempestades. De las observaciones de tales fenómenos y de las reflexiones sobre el significado de los mismos nació la ciencia.”

MOULTON, F. R., y SCHIFFERES: *Autobiografía de la ciencia* (1986)

Y de esta forma queremos que nuestros alumnos y alumnas nazcan también a la ciencia: acercándose a las cosas sencillas y llamativas que les rodean, a los seres vivos con los que viven y de los cuales dependen, a los problemas que conlleva una sobreexplotación de los recursos de la Tierra, iniciándoles en el gusto por la investigación, por el descubrimiento, por el cuestionamiento de los fenómenos que ocurren a su alrededor; abriendo, en suma, la ventana al mundo de la fantasía para empezar a comprender la realidad.

* Lo que, en primer lugar, llama la atención de los alumnos y alumnas del mundo que les rodea son **los seres vivos**, precisamente por sus manifestaciones vitales. La vida atrae a la vida, y ellos se sienten, en general, fascinados por este mundo que posee un palpito vital, lo que debemos tener presente a lo largo de todo el curso para mantener y acrecentar la ilusión por acercarse al conocimiento de los seres vivos.

Al finalizar la Educación Primaria, los alumnos y alumnas conocen los seres vivos presentes en el entorno, así como alguna de sus características, semejanzas y diferencias. Estos conocimientos han de ser consolidados en la Educación Secundaria, lo cual comenzaremos en este primer ciclo, profundizando en las características universales que los definen y analizando su diversidad en términos de organización.

* También llama la atención del alumnado **la diversidad en la manifestación de la vida**, la cantidad de seres vivos diferentes que existen. Su estudio no debe ser profundo, sino un mero atisbo que sirva para iniciarles en la necesidad de una clasificación, lo que nos llevará a buscar y encontrar las regularidades que poseen. Esto supondrá la proposición de diferentes modelos de organización, cuyo estudio concretaremos en los animales y las plantas, aunque hagamos mención de hongos y protistas. Éste será el hilo conductor, el eje vertebrador de los contenidos que se van a tratar: **la diversidad y la regularidad en los seres vivos**.

Éste es el camino que siguieron los primeros naturalistas: la observación y la descripción de lo que les rodeaba para, después, al compararlo, extraer regularidades que les sirvieran como criterios de clasificación, como intento de poner orden en aquella especie de caos que veían. Mucho más tarde surgió la idea de ordenar los seres vivos bajo la teoría de la evolución, pero ésta es una cuestión que, por su complejidad, no la trataremos en el presente curso.

* El estudio de **las plantas** lo debemos presentar desde una perspectiva de uso de procedimientos y de desarrollo de actitudes positivas hacia ellas, el entorno y la propia ciencia, sin dejar de lado la obtención de conceptos elementales y sencillos con los que poder abordar su estudio con mayor profundidad en cursos posteriores.

* El estudio de **los animales** nos servirá también para realizar pequeñas investigaciones sobre su vida y la forma que tienen de reaccionar ante determinados estímulos que podemos controlar. El acercamiento a su diversidad nos servirá no sólo para hacer clasificaciones, sino también para conocer a los que se encuentran en nuestro entorno, procurando el desarrollo de actitudes positivas hacia ellos. La consideración de la importancia de la biodiversidad y el peligro que conlleva la extinción de especies es también uno de los aspectos prioritarios de este apartado, que no podemos terminar sin hacer especial mención a los vertebrados y su regularidad constitucional, que servirá de base para el estudio del tema siguiente.

* El último tema de este bloque lo constituye el estudio de **las personas**, la diversidad y regularidad humana. La idea general se basa en la fundamental igualdad existente en las personas, pero en la aceptación de la diversidad. Esta diversidad, que puede ser permanente por la herencia o variable debido al ambiente, es producto del desarrollo del organismo, en el que intervienen los caracteres hereditarios y el ambiente. Así, en el desarrollo de las personas podemos influir a través del aprendizaje y poniendo en práctica lo aprendido. De esta forma, queremos admitir la diversidad de las personas —el derecho a ser diferentes—, potenciar la autoestima y admitir la posibilidad de cambiar y las dificultades que tenemos para ello.

Todo esto significa que esta Unidad didáctica está contemplada bajo el prisma de la transversalidad. La educación para la salud, la igualdad de oportunidades entre ambos sexos, la educación del consumidor, etc., son fundamentales en su planteamiento y desarrollo, por lo que los conceptos expresados más arriba son abordados con técnicas y procedimientos que facilitan la reflexión, la interiorización y la toma de decisiones personales sobre la propia vida.

Unidad 1: *La diversidad de los seres vivos y la necesidad de una clasificación*

* Esta primera Unidad quiere ser una introducción a la Biología, comenzando por el objeto preferente de su estudio: **los seres vivos**. Abordaremos las características de esa disciplina, ayudando al alumnado a observar y reflexionar sobre la diversidad de los seres vivos existentes, a atisbar la gran riqueza y variedad de vida que hay sobre la Tierra atribuyéndole el sentido que ésta tiene y, como consecuencia, poniendo de relieve nuestro deber en la contribución de su conservación.

* Comenzaremos el tema con la presentación de esta **diversidad de los seres vivos**, lo cual se puede conseguir con el pase de una serie de diapositivas, el visionado de alguna película adecuada a tal efecto, o pidiendo al alumnado su colaboración en expresar esta diversidad con fotos, láminas, nombres, etc. Sugerimos que la “recogida de material” (gráfico y nunca vivo) corresponda a la de los organismos que pueblan el hábitat cercano a la escuela, intentando romper el divorcio que existe entre la escuela y la realidad próxima al alumnado.

De esta forma, la diversidad como presentación del tema tiene un **triple objetivo**: familiarizarse con las distintas poblaciones animales y vegetales de los ecosistemas más próximos, cuestionar la operatividad didáctica de colecciones y listas de organismos sin una mínima organización, lo que plantea la necesidad de una clasificación, y **adquirir conciencia** de la riqueza que representa la **biodiversidad** existente sobre la Tierra.

Éste es un momento oportuno para tener en consideración las llamadas que las asociaciones ecologistas realizan en favor de respetar las **especies protegidas** y denunciar los peligros que las acechan (caza de ballenas, desecación de los humedales, exterminio de lobos, osos, y un largo etcétera).

Siempre han ido desapareciendo seres vivos, pero el ritmo con el que lo han hecho ha sido lo suficientemente lento como para que puedan aparecer otros nuevos en su lugar. La intervención de los seres humanos alterando este ritmo puede traer consecuencias desconocidas y, con mucha probabilidad, funestas: pérdida de la biodiversidad, aparición de especies perjudiciales, etc. Actividades como la lectura de revistas sobre estos temas, el seguimiento que sobre ellas dan los periódicos, etc., con el fin de confeccionar murales o realizar debates, son adecuados para la concienciación de este problema de escala mundial.

* La agrupación de los diferentes seres vivos y su distribución en clases, es decir, su clasificación, se debe presentar como una necesidad para poner orden "lógico" a la diversidad observada a partir de unos criterios establecidos y poder trabajar con parámetros asequibles.

* Encontrar sentido a la clasificación taxonómica requiere que los alumnos y alumnas aprendan a **confeccionar sus propias claves**, comenzando por tratar de poner orden a conjuntos de objetos variados y de uso cotidiano, como discos, sellos, telas, tornillos, botones, *pins*, etc. Cada grupo establecido, dotado de ciertas cualidades que lo caracterizan, requerirá un nombre con el que reconocerlo, de ahí la necesidad del consenso común de los nombres propuestos, de los criterios que se han utilizado en la clasificación, y de las jerarquías establecidas para que sean aceptadas por todos y de esa manera hablar un mismo lenguaje para referirnos a una misma cosa, tal como ocurre en la comunidad científica.

* En una primera aproximación al establecimiento de una clasificación se pueden aceptar las propuestas basadas en gustos más o menos personales, pero la confrontación de estos criterios y los resultados que de ellos se derivan, esto es, las diferentes clasificaciones, nos deben hacer tomar la decisión de una **unificación de criterios**.

Se adoptarán los criterios aceptados fruto de un consenso, lo que requerirá su fundamentación. Al final, estos criterios coincidirán, en líneas generales y en los primeros estadios de la clasificación, con los adoptados por la comunidad científica. Se trata entonces de mostrar que los caracteres que eligen los científicos para el establecimiento de grupos y taxones no son arbitrarios, sino que responden a requisitos propios de su ciencia, los cuales están sometidos a continuas revisiones que surgen de los avances conseguidos en las investigaciones.

* El primer y más importante criterio de clasificación de los seres vivos está basado en la consideración de la **regularidad** que se observa en todos ellos y que los diferencia de la materia inerte, es decir, sus **funciones vitales**. Al estudiar estas funciones vitales se puede establecer una primera división en tres grandes grupos que denominamos reinos: los Animales, los Vegetales y los Hongos. Más adelante, al tratar los organismos microscópicos, se podrá incorporar el reino de los Protistos.

* Parece oportuno realizar en este capítulo una introducción a las funciones que realizan los seres vivos y que les dotan de esa cualidad. Las **funciones de nutrición**, que presentan aspectos de gran complejidad conceptual (Giordan, 1987; Banet y Núñez, 1992; Cañal, 1992), se abordarán como una primera aproximación incidiendo en sus objetivos, en las estructuras que la posibilitan y en sus tipos (autótrofa y heterótrofa). Se trata de un criterio básico para la clasificación de los seres vivos que da pie a hablar de animales y plantas.

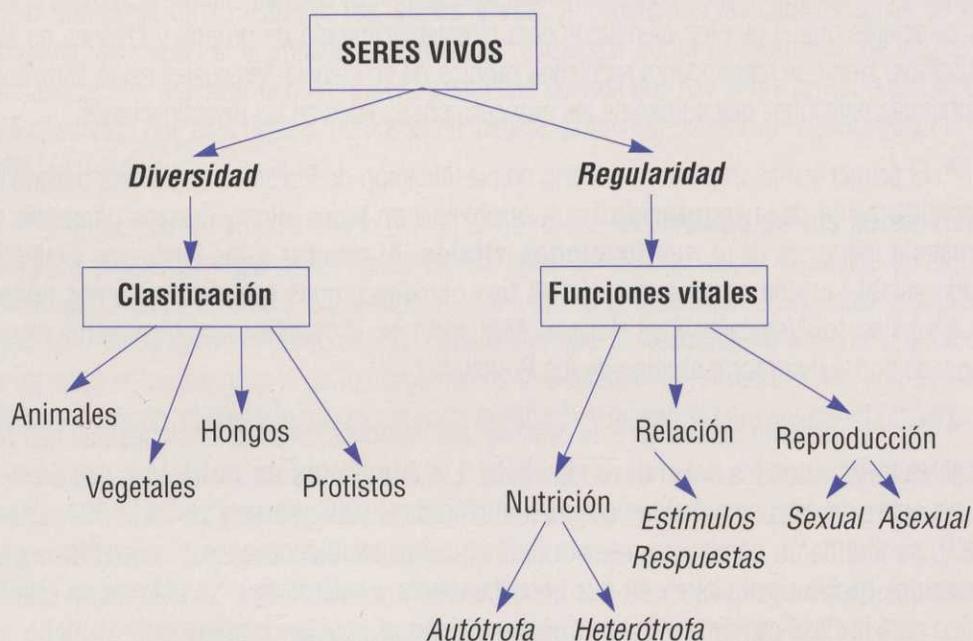
* En el caso de las **funciones de reproducción** trataremos de aproximar a los estudiantes, a partir de la observación, la reflexión, la crítica y la emisión de hipótesis al problema de la transmisión de las características de los progenitores a la nueva descendencia. La realización de algunas experiencias que demuestren que todo ser vivo proviene de otro ser vivo es importante no sólo para **superar cualquier idea o actitud sobre la generación espontánea**, sino para realizar pequeñas investigaciones que introduzcan al alumnado en la metodología científica. En ningún caso el objetivo consiste en realizar un estudio de genética y/o de evolución, sino en comprender la exquisita complejidad de la transmisión de los caracteres hereditarios de una generación a otra. Terminaremos comentando los dos tipos de reproducción presentes en los organismos vivos: la sexual y la asexual.

* Las **funciones de relación** se plantearán como la capacidad que sólo los seres vivos poseen de recibir estímulos del medio ambiente y de elaborar respuestas ante ellos. La variedad de estímulos que pueden ser recibidos y la calidad en la elaboración de estas respuestas, más o menos coordinadas y elaboradas, dependen de la existencia o no de un sistema nervioso desarrollado y de órganos especializados en la captación de estímulos. Su presencia o ausencia también constituye un importante criterio para la clasificación de los seres vivos.

* En la primera clasificación que presentamos al alumnado hablaremos de **tres reinos**: el de los **Animales**, el de las **Plantas** y el de los **Hongos**, siendo estos últimos unos organismos que poseen una nutrición heterótrofa como los animales, pero con un tipo de relación carente de sistema nervioso como los vegetales. Plantear las diferencias y semejanzas a nivel celular no lo consideramos apropiado en este momento (de transición entre el pensamiento concreto y el lógico-formal del alumnado). Sin embargo, este capítulo es una buena oportunidad para acercarse al mundo de los hongos.

* Entre los muchos seres vivos que podemos observar se encuentran los organismos microscópicos. Es una buena ocasión para enseñar al alumnado el manejo del microscopio, al tiempo que nos encontramos con seres vivos que previamente no habíamos clasificado. Incorporaremos así a nuestra clasificación otro gran grupo de organismos vivos, los **Protistos**, que nos servirán para realizar una breve aproximación a la existencia de las células. No trataremos la anatomía y fisiología celular, que consideramos más apropiada para cursos superiores.

* El breve esquema conceptual que desarrollamos en esta Unidad es el siguiente:



EN SÍNTESIS

Pretendemos que el alumnado, al final de esta Unidad didáctica, sea capaz de lo siguiente:

- Constatar las diferencias existentes entre la materia inerte y los seres vivos, en relación con las funciones que estos últimos realizan.
- Observar la diversidad de los seres vivos y constatar la necesidad de su clasificación para operar con parámetros asequibles.
- Justificar la clasificación de los seres vivos en Animales, Vegetales y Hongos, basándose en las funciones de nutrición y relación.
- Ejercitarse en el manejo del microscopio óptico y realizar preparaciones microscópicas sencillas, especialmente de infusorios, al tiempo que se inicia en el reino de los Protistos.
- Abordar problemas relacionados con las características propias de los seres vivos, en los que se requiera la emisión de hipótesis y el diseño y desarrollo de experiencias que puedan llevarse a cabo, especialmente sobre la función de reproducción y los conceptos de generación espontánea.
- Adquirir la capacidad de elaborar sus propias claves de clasificación, en primer lugar de objetos diversos, para pasar a continuación a realizarlas de los seres vivos más cercanos a ellos mismos.
- Enriquecer su conocimiento del medio ambiente donde vive e incrementar el interés y el respeto por los seres vivos que nos rodean, rechazando la captura de organismos vivos para la confección de colecciones.
- Familiarizarse con la labor de la sociedad científica, con su metodología de trabajo, los criterios con los que operan, la necesidad de trabajar en equipo y de comunicar y compartir los avances de sus investigaciones para que la ciencia se perciba como una construcción social, creando actitudes favorables a su estudio y evidenciando la necesidad de la toma de acuerdos para el propio avance de la ciencia.

Esta Unidad intenta ser una introducción al apasionante mundo de las plantas, su diversidad y las regularidades que en él existen, y una ocasión para presentar al alumnado, de manera “*problematizadora*”, la fisiología que éstas poseen, solicitándoles diseños experimentales de comprobación de las hipótesis que emitan.

* Podemos comenzar haciendo una revisión de las **características generales de las plantas**, que servirá de recapitulación de los contenidos de la primera Unidad y para explicar las ideas previas que los alumnos y las alumnas poseen sobre ellas.

* Iniciaremos la **observación de la diversidad** que poseen las plantas pidiendo que enumeren plantas que conozcan, intentando describirlas de forma que el resto de compañeros y compañeras de la clase puedan reconocerlas.

* Probablemente se constatará el escaso número de plantas que conocen, por lo que debemos recurrir a utilizar estrategias como las fotografías, los documentales, las salidas al campo o a los jardines de la ciudad..., para obtener una cierta variedad de ellas y, luego, hacer un intento de **clasificación**.

Unidad 2: *El apasionante mundo de las plantas*

No obstante, éste es un buen momento para prestar una atención inicial a la **importancia de las plantas** en nuestras vidas y en la de todos los animales, la cual no debe desaparecer a lo largo del tema. Convendría, pues, incluir actividades sobre las plantas utilizadas en alimentación, jardinería, farmacia, etc. Puede ser interesante realizar pequeños estudios sobre los cultivos de la zona, haciendo visitas a los campos, evaluando su importancia económica, etc., e incluso proceder a mantener un pequeño huerto en el propio centro escolar. Puede hacerse una pequeña reflexión sobre la importancia de la agricultura en la historia de la humanidad. La “domesticación” de ciertas plantas permite el paso de la simple recolección al cultivo, sedentarismo y la construcción de ciudades. En estos momentos, la aplicación de la tecnología a la agricultura ha hecho posible la gran explosión demográfica que vivimos en nuestros días.

En cuanto a las clasificaciones, debemos recordar que las primitivas se hacían utilizando criterios artificiales, escogiendo los autores los caracteres sobre los que fundamentar sus divisiones a su libre albedrío. Así, Dioscórides, apoyándose en criterios utilitarios, las dividía en aromáticas, alimenticias, medicinales y vinosas, por lo que no será extraño que las que realicen los alumnos utilicen también criterios más o menos semejantes o un tanto inusitados.

Poco a poco los botánicos fueron considerando los caracteres de clasificación, no en función de la utilidad para el hombre, sino en función de la propia planta: ausencia o presencia de flores, frutos, semillas, etc., distinguiendo los caracteres primarios o constantes de los secundarios o variables. El trabajo con los alumnos sobre estos caracteres hará que puedan llegar a establecer dos grandes grupos: con semillas y sin ellas.

No obstante, si queremos utilizar los caracteres florales, que son más patentes y por tanto más fáciles que la posesión de semillas, debemos recurrir a admitir los conos de las gimnospermas como flores; de esta forma tendremos la misma división usando como criterio tener flores o semillas. Entre las plantas sin flores o sin semillas consideraremos los helechos, los musgos y las algas. Admitiremos estas últimas como plantas debido a los criterios de división establecidos en la Unidad anterior, al estudiar los seres vivos, aunque su inclusión entre ellas está cuestionada. En el grupo de plantas con flores o con semillas contemplaremos las gimnospermas y las angiospermas.

También podríamos clasificar las plantas como vasculares y no vasculares. Esto tiene la ventaja de incluir en un mismo grupo los helechos y las plantas con flores, ya que todas poseen órganos vegetativos (hojas y raíces). La dificultad de realizar esta división estriba en que en este curso no trabajamos los tejidos, por lo que una clasificación basada en el tejido conductor no tendrá seguramente mucho sentido.

De todas formas, en nuestra clasificación no estableceremos relaciones de parentesco filogenético ni construiremos árboles genealógicos, dado que los temas de evolución son desarrollados en cursos posteriores.

* Después de la clasificación haremos **observaciones morfológicas** sencillas de las plantas sin flores, algas, musgos y helechos, para terminar intentando extraer conclusiones sobre la diversidad y la regularidad observadas. Creemos suficiente el hecho de que los alumnos conozcan estos tres grupos y que consideren su escasa complejidad y ausencia de órganos.

* Las observaciones morfológicas de las plantas con flores se realizarán con más detalle, deteniéndonos en la constitución de los órganos que conforman el **aparato vegetati-**

vo (raíz, tallo y hoja) y el **aparato reproductor** (flor, fruto y semilla). Después de hacer una introducción a la variabilidad de los órganos de las plantas, intentaremos extraer conclusiones acerca de la diversidad y regularidad de este grupo.

Este “detenimiento” en la observación de las plantas con flores puede ser realizado por los alumnos haciendo un seguimiento fenológico de los árboles y arbustos de algún jardín cercano o de las especies que existan en el propio centro. Cada grupo de alumnos se puede fijar en una especie determinada, concretando en una ficha grande —tipo póster— los cambios que vaya observando en relación con el transcurso de las estaciones. Ésta es una actividad interesante para que toda la clase pueda **seguir y disfrutar la evolución que se produce en los árboles y arbustos cercanos a lo largo del año**. Es otra forma de conocer y querer a los seres vivos observables que nos rodean.

* A continuación podemos plantear a los alumnos y alumnas algunos **problemas que sirvan para observar la organización de las plantas** y las diversas formas que adquieren al mantener su característica de autotrofia y no precisar capturar alimento. El hecho de no necesitar las estructuras requeridas para su desplazamiento (esqueleto, músculos, coordinación, etc.), unido a la necesidad de vivir fijas en lugares con características muy distintas, da pie a la diversidad que observamos.

* Las plantas viven fijas en los lugares donde pueden obtener los elementos necesarios para fabricar su propio alimento, que se encuentra en el agua, en el aire y en la luz. Vivir inmersas en el agua significa abundancia de ésta, pero escasez de aire. Vivir en el seno del aire significa dificultad en la obtención de agua. El lugar idóneo es vivir en el suelo, donde exista agua, con una parte del organismo enterrado en él para conseguir agua y otra parte del organismo en el aire, consiguiendo lo que de él necesiten.

Pero... ¿qué organización deben tener estos seres vivos para resolver dicho problema y vivir de esta manera? ¿Por qué la hoja es una superficie ancha y delgada? ¿Puede existir una planta formada por una hoja muy grande conectada directamente con una raíz, de forma que el aumento de este organismo consista en el aumento de tamaño de la hoja? ¿Es conveniente la existencia de muchas hojas, en lugar de una sola muy grande? ¿Por qué las plantas tienen primero tallo y luego ramas?, etc. Son preguntas que podemos hacer en el estudio de la morfología externa de las plantas y estimular el mundo de la fantasía, aplicándolo al mundo vegetal.

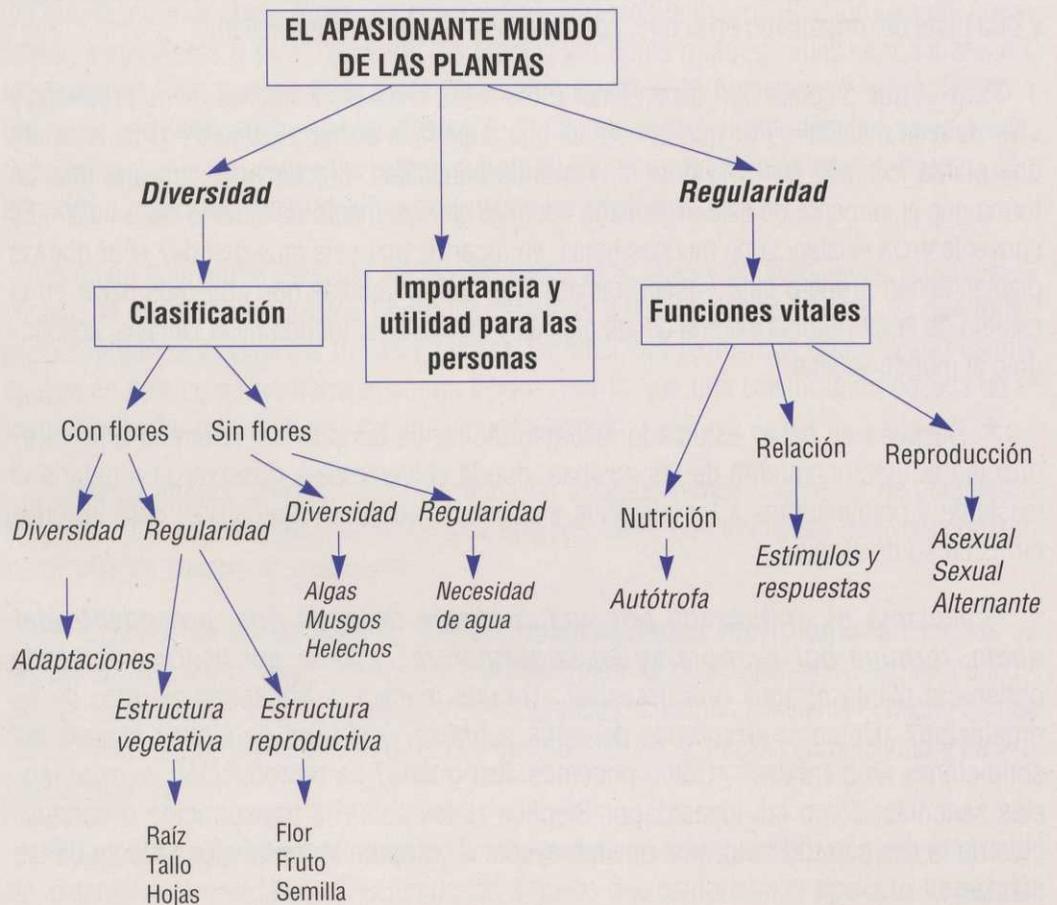
* Después de haber estudiado la organización de las plantas, haremos una introducción al funcionamiento de las mismas, donde volveremos a observar la regularidad existente y plantaremos a los alumnos y alumnas problemas que sirvan para introducirles en su fisiología.

“La planta es atravesada por una corriente de agua que, procedente del suelo, termina por evaporarse en la atmósfera”. ¿Cómo, por dónde y de dónde obtiene la planta el agua que necesita? ¿De qué manera la transporta al resto de su organismo? ¿Cómo se desprende del agua sobrante? ¿Influyen de alguna manera las condiciones ambientales? ¿Cómo podemos averiguarlo? La reproducción de experiencias sencillas, como las ideadas por Stephen Hales sobre la transpiración o conducción de la savia por el tallo, nos pueden ayudar a comprender el funcionamiento de las plantas.

* Las plantas, como el resto de los seres vivos, necesitan obtener energía a partir de la oxidación de sustancias nutritivas, en este caso de almidón. Pero la alimentación de las plantas es uno de los principales problemas epistemológicos de la Biología, que se arrastra desde los tiempos de Aristóteles, pues se creía que las plantas, como no se mueven ni piensan, sólo poseen un “alma vegetal” que no puede elaborar su alimento, suponiéndose que lo tomaban de la tierra en un estado ya digerido, por lo que la tierra era como un enorme “estómago” general para las plantas, y la única función de las raíces era conducir el alimento al cuerpo de la planta. La realización de pequeñas investigaciones que ayuden a poner en cuestión esas creencias es del todo oportuna, para que en cursos posteriores se pueda abordar la fotosíntesis con mayor detenimiento.

* “Las plantas, a diferencia de los animales, no disponen de un sistema equivalente al sistema nervioso, pero la no existencia de un sistema especializado en las funciones de relación no implica que las plantas no posean capacidad de percibir los estímulos del medio externo y reaccionar con diversos mecanismos de movimiento, de forma que quede garantizada su supervivencia.” ¿Qué estímulos del medio ambiente son capaces de recibir las plantas y cuál es el tipo de respuesta que realizan ante ellos? Éstos son algunos de los problemas que podemos plantear al alumnado para estudiar la función de relación de las plantas, que parece pasar inadvertida; y los podemos abordar de muchas maneras: por ejemplo, utilizando como material de experimentación semillas puestas a germinar.

Al finalizar, los alumnos pueden haber construido un esquema como el siguiente:



EN SÍNTESIS

Los alumnos y las alumnas, al terminar la presente Unidad didáctica, han de ser capaces de:

- Constatar la diversidad de plantas existentes y la necesidad de su clasificación para operar con parámetros asequibles.
- Utilizar y saber elaborar claves dicotómicas sencillas para la clasificación de las plantas más comunes.
- Justificar la clasificación efectuada en función de los caracteres primarios de las propias plantas, que habrán sido discutidos y aceptados por todos los componentes de la clase.
- Rechazar la realización de colecciones de plantas, respetándolas, colaborando en el mantenimiento del hábitat que ocupa cada una de ellas y valorando la función que éstas realizan en el mantenimiento de la vida sobre la Tierra.
- Evidenciar la diversidad de las plantas en relación a las diversas formas de resolver un mismo problema que afecte a las funciones vitales.
- Distinguir los principales grupos de plantas y saber utilizar la lupa binocular y el microscopio óptico para realizar observaciones de diversas zonas de sus órganos (raíces, hojas, tallos, brotes, frutos, semillas y flores).
- Observar que, frente a la diversidad, hay una gran regularidad de las plantas que se manifiesta en su organización y en la manera de llevar a cabo sus funciones vitales.
- Realizar trabajos y pequeñas investigaciones en equipo que aborden la forma de realizar determinadas funciones vitales de las plantas. Nos referimos a la forma de cómo circula la savia por su interior, la causa de su movimiento, la función de las hojas, etc.
- Utilizar semillas para presentar problemas de germinación y crecimiento en los que las variables puedan ser fácilmente controladas.
- Observar la manera en que las plantas solucionan ciertos problemas que el medio ambiente les plantea.

Esta Unidad trata de estudiar la **diversidad** en el reino animal y las **regularidades** que en él se presentan.

* Se puede comenzar haciendo una revisión de las **características generales de los animales**, que servirá de recapitulación de los contenidos de la primera Unidad y de concreción de las ideas previas que el alumnado posee sobre ellos.

En general, poseen una idea muy intuitiva de lo que es un animal (Velasco, 1991), que mantienen como concepción alternativa durante mucho tiempo. Aunque identifican todo ser vivo con animal, sólo confieren esta categoría a los organismos que se mueven, poseen órganos de los sentidos y sistema nervioso. Presentan dificultades para identificar como animales a esponjas, anémonas y corales. Iniciar el cambio conceptual del concepto de animal se puede realizar en esta Unidad didáctica, pero no entraremos en la consideración de su reproducción anisogámica y de su desarrollo a partir de una blástula, por la complejidad de su tratamiento.

Unidad 3: *La fascinación por los animales*

* Después de comentar los caracteres generales de los animales, pasaremos a la observación de su diversidad y, por ella, a la necesidad de hacer una clasificación. En este punto podemos acercarnos a las adaptaciones de los animales como ensayos para solucionar determinados problemas. No debemos tratarlas como algo finalista, sino como la expresión de las posibilidades existentes de solucionar un mismo problema.

Hay grandes posibilidades de observar la diversidad animal y no tenemos necesidad de ceñirnos al clásico pase de diapositivas. El visionado de películas y documentales, las visitas críticas a un zoológico, el recorrido por un itinerario ecológico, un trabajo sobre los múltiples animales que en el medio urbano o rural conviven con nosotros... son buenas ocasiones para abordar este punto. Puede resultar apasionante para el alumno si logramos relacionarlo con la diversidad de organismos desaparecidos (dinosaurios, fósiles que hemos descubierto en el itinerario) o con la investigación de los diferentes hábitats urbanos colonizados por animalillos que pasan delante de nosotros cuya existencia no percibimos.

* Como en las anteriores ocasiones, para realizar una clasificación debemos solicitar del alumnado el **establecimiento de criterios**. El primero que podemos aplicar es la posesión de esqueleto. Con esqueleto interno tenemos los Vertebrados; con esqueleto externo y articulado se encuentran los Artrópodos; y en el grupo que no posee esqueleto, o bien no lo tiene articulado, englobamos al resto de los Invertebrados.

La presencia de esqueleto la podemos presentar como respuesta al problema del movimiento, importante para la captura del alimento en seres de nutrición heterótrofa. El esqueleto en moluscos o equinodermos sirve más de protección que de estructura en la que apoyarse. Es necesario un esqueleto articulado para el movimiento, que sólo puede encontrarse en los animales de dos formas —interno y externo—, lo que da dos diferentes formas de organización: Vertebrados e Invertebrados.

* Con los **Artrópodos** no hay que caer en la tentación de centrarse en los insectos y hacer descripción tras descripción. Es una oportunidad excelente para mostrar la regularidad que se da en el grupo y observar que estructuras como los apéndices, en principio elementos de locomoción, pasan a funcionar como apéndices bucales, etc. La modificación de ciertas estructuras secundarias, tamaños, formas, comportamientos, etc., les ha permitido colonizar todos los medios existentes. Lo importante es el estudio del modelo de organización y entender que lo demás es accesorio.

* El estudio de los **Vertebrados** lo enfocamos con los mismos criterios. Más que adentrarse en las diferencias existentes entre las diversas clases —peces, anfibios, reptiles, etc.—, haremos que los alumnos se fijen en la regularidad del grupo que constituye el modelo de organización *Vertebrado*. Esto significa que el tratamiento de su estructura, anatomía y morfología debe presentarse como disposición necesaria para el cumplimiento de las funciones vitales que, a su vez, son sus regularidades.

* El tratamiento de los **Invertebrados no Artrópodos** debemos realizarlo como hemos hecho en los demás grupos: considerando que tienen formas diferentes y viables de realizar las funciones vitales. En este punto podemos solicitar al alumnado que, por grupos, "diseñe" animales diferentes enunciando sus características, el lugar donde podrían vivir y las formas de vida que llevarían, para que el resto de la clase intente averiguar si son posibles. Nos puede servir la lectura de libros de relatos de animales fantásticos, como puede ser el primer capítulo del libro de Went, H. (1963) *El legado de Noé*, editado por Labor (Barcelona).

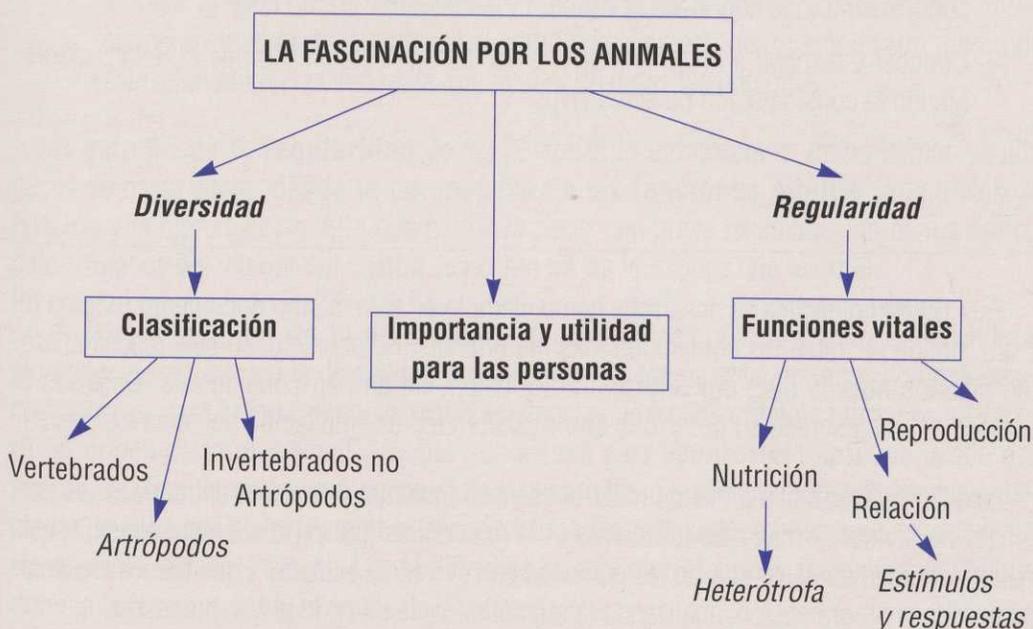
* Es importante que cada grupo de alumnos y alumnas se acerque al **estudio de una especie animal diferente**, concretando una serie de problemas a investigar. Así, se deben construir instrumentos para su captura, terrarios para su mantenimiento, procurarles la alimentación y las condiciones ambientales adecuadas... mientras dure la experiencia. Siempre tratándolos con respeto y devolviéndolos, una vez finalizadas las investigaciones, a los mismos lugares de donde fueron obtenidos. De esta forma se trabajan actitudes positivas hacia el medio natural.

* Son muchos los **problemas que pueden abordarse en clase** sobre la vida animal; a título de ejemplo podemos citar: la regeneración de la lombriz de tierra, la obtención de nemátodos del suelo, la reproducción de los caracoles, la alimentación y la reproducción en los saltamontes, la reacción de las cochinillas de la humedad ante determinados ambientes (más o menos secos, con más o menos luz, con luz de diversos colores, etc.), el ciclo vital del gusano de la seda, etc.

En todas estas pequeñas investigaciones se trata de plantear un sencillo problema, para que los alumnos y alumnas emitan sus hipótesis y realicen un diseño para su contraste. Debemos procurar que el número de variables que haya que controlar no sea superior a dos; de lo contrario, la experiencia se convierte en compleja y de difícil comprensión.

Hemos apuntado que no consideramos necesario que toda la clase trabaje el mismo tema, semejantes problemas y utilice la misma técnica. Esto nos permitirá estudiar la diversidad con pluralidad de enfoques y puntos de vista. Podemos abordar, de esta manera, temas como las especies de interés económico, los animales de "compañía", los problemas de sobreexplotación, la selección artificial de razas, la importancia de ciertos animales en algunas culturas, etc. Son motivadores y de interés para los alumnos y conectan directamente el estudio de la ciencia con la aplicación de la misma, la tecnología y la sociedad donde vivimos. Todo ello con técnicas como pósters, debates, juicios, mesas redondas... para que toda la clase participe en esta experiencia colectiva.

Al finalizar esta Unidad didáctica los alumnos y alumnas deben poseer un sencillo esquema conceptual semejante al que a continuación se presenta:



EN SÍNTESIS

Los alumnos y las alumnas, cuando se dé por terminada esta Unidad didáctica, deben ser capaces de lo siguiente:

- Observar la diversidad de animales existentes y constatar la necesidad de su clasificación para operar con parámetros asequibles.
- Utilizar y elaborar claves dicotómicas sencillas para la clasificación de los animales más comunes.
- Observar y describir hábitats y ciertos comportamientos de los animales más cercanos.
- Justificar la diversidad de los animales en relación con las diversas formas de resolver un mismo problema que afecte a las funciones vitales.
- Acercarse a la biodiversidad existente en el reino animal y considerarla como una gran riqueza, necesaria para la continuidad de la propia vida sobre la Tierra.
- Observar que, ante tanta diversidad, hay una gran regularidad que se manifiesta en la organización de los tres grupos elegidos, en la manera de llevar a cabo sus funciones vitales y en las estructuras anatómicas necesarias para ello.
- Justificar la clasificación de los animales en Vertebrados, Artrópodos e Invertebrados no Artrópodos.
- Realizar experiencias con animales para detectar diferentes respuestas ante la presencia o ausencia de determinados estímulos.
- Reconocer la función económica y social que tienen los animales en la vida de las personas y en la cultura de las sociedades.
- Diseñar sencillas investigaciones para abordar problemas asequibles relacionados con la realización de determinadas funciones vitales de animales cercanos, elaborando informes en equipo, donde consten la pautas de trabajo seguidas en las experiencias realizadas.
- Lograr cierta autonomía en la investigación bibliográfica, de campo o de laboratorio, acerca de diversos aspectos de los animales, aumentando de manera voluntaria el conocimiento que sobre ellos poseen.
- Conocer y respetar a los animales y el hábitat que ocupa cada uno de ellos, manteniendo la consideración de seres vivos.

Unidad 4: *Iguales pero diferentes: la regularidad y la diversidad humanas*

Esta Unidad didáctica se desarrolla como ejemplo en este mismo documento (página 89 y ss.), donde se tratan los contenidos más importantes; no obstante, en esta reseña aparecen algunos nuevos que, por limitación de tiempo, no se han considerado. Dejamos al albedrío del profesorado su desarrollo como posibilidad de ampliación del tema expuesto.

Esta Unidad didáctica pretende tratar la esencial igualdad que existe entre todas las personas, sin olvidar —más bien resaltando— la gran diversidad existente entre ellas. De esta manera abordamos el estudio de las personas con la misma estructura que hemos mantenido en toda la programación, analizando la regularidad y la diversidad que presentan.

Sin embargo, no nos detendremos en la consideración de estos dos únicos aspectos. La diversidad de las personas trae consigo el derecho a respetar la idiosincrasia de cada una y a reconocer, como antes habíamos hecho con las plantas y animales, la riqueza que significa esta biodiversidad. Abordaremos el tema de la salud, desde el punto de vista de la posibilidad de aumentar nuestro bienestar y mejorar nuestra calidad de vida, analizando, y en su caso modificando, ciertos comportamientos de nuestro estilo de vida. De esta manera, abordaremos los nuevos contenidos curriculares respecto a la salud que se contemplan en las Ciencias de la Naturaleza, incorporando a toda la Unidad un enfoque que le da sentido y globaliza: la educación para la salud, al tiempo que tenemos presentes otros contenidos de temas transversales como la igualdad de oportunidades entre ambos sexos, la educación del consumidor, etc.

* Comenzaremos la Unidad solicitando del alumnado que establezca las semejanzas y diferencias que encuentra entre las personas y el resto de los seres vivos, especialmente de los animales. Con ello iremos definiendo los **caracteres de la "naturaleza humana"** y comenzaremos a acercarnos a las regularidades que presentan.

* La regularidad más patente en las personas es la **constitución y el funcionamiento de nuestro cuerpo**, por lo que dedicaremos un primer apartado a su estudio anatómico y fisiológico. Este estudio no debe ser exhaustivos por varias razones:

- a) Durante todo un curso del segundo ciclo de la E.S.O. se tratará con más detenimiento el cuerpo humano.
- b) La dificultad que presenta profundizar en estos temas, que estriba en el escaso tiempo de que se dispone en el enfoque de la propia Unidad y en los escasos conocimientos que sobre la célula, la genética, la química, etc., poseen los alumnos de esta edad.
- c) Nuestra pretensión fundamental es mostrar la igualdad existente entre las personas, lo cual es un buen motivo para recordar diversos aspectos de nuestro cuerpo, pero no una necesidad para su estudio en profundidad.
- d) Este capítulo, de alguna manera, ya ha sido iniciado en la Unidad didáctica anterior al tratar el tema de los vertebrados y su organización interna, y el alumnado posee conocimientos previos suficientes como para comprender el significado último de este apartado de la Unidad: la igualdad entre todas las personas.

El estudio de la **regularidad** de las personas lo enfocaremos, como hemos venido haciendo hasta ahora, **desde la perspectiva de las funciones vitales**: la nutrición, la relación y la reproducción. Ello nos permitirá hacer una breve recapitulación de los principales órganos del interior del cuerpo, así como de las funciones que realizan.

* Para el estudio de la **diversidad** de las personas comenzaremos solicitando al alumnado que observen la diversidad que existe en su propia aula, entre los compañeros y compañeras, para luego categorizar estas diferencias. Entre los criterios utilizados aparecerá "el origen de la diversidad", lo que nos servirá para abordar este apartado desde dos puntos de vista: la diversidad permanente y la variable. La primera depende fundamentalmente de la herencia y no cambia a lo largo de la vida, y la segunda depende del ambiente. No obstante, haremos hincapié en la dificultad de esta división, pues ¿hasta qué punto predomina la herencia sobre el ambiente o viceversa?

* En la **diversidad permanente** trataremos fundamentalmente la diversidad de sexo y la de raza. En la **diversidad permanente de sexo** solicitaremos al alumnado que indique las diferencias esenciales entre hombre y mujer. Comenzaremos, por tanto, con los caracteres sexuales primarios para, después de observarlos, constatar que ambos tienen un mismo origen. Las diferencias que se observan se deben a un desarrollo diferencial por la acción de las hormonas.

Los caracteres sexuales secundarios también son producidos por un diferente desarrollo, pero dejaremos constancia, mediante las actividades oportunas, de que mientras algunas de ellas son producto de la herencia, otras son debidas al ambiente y, por tanto, presentan una gran variabilidad y son modificables.

* Para el tratamiento de la **diversidad geográfica o racial** pediremos al alumnado que aporte fotografías de personas con rasgos diferentes, para intentar después hacer una clasificación. Observaremos que existe tal gradación entre todos los caracteres, que es prácticamente imposible realizar una división por razas, lo que, por un lado, fortalece la idea de igualdad entre las personas y, por otro, dado que no se puede negar las diferencias entre grupos, fortalece el concepto de biodiversidad.

Hay que reforzar la idea de las **ventajas que la diversidad tiene para la especie humana**, tanto desde el punto de vista de progreso biológico de la propia especie como desde el punto de vista cultural. Desde la perspectiva biológica, la evolución por selección natural es autolimitante, es decir, enriquece las poblaciones en las variantes más eficaces, pero siempre eligiendo entre varias posibilidades; si éstas no existen porque ya han sido seleccionadas, la evolución se detiene. Ello significa que si la población humana no hubiese tenido la gran movilidad que ha permitido los intercambios hereditarios, posiblemente muchos grupos humanos habrían desaparecido y hoy no podríamos hablar de una única especie humana.

La realización de debates sobre estos temas o el seguimiento de las noticias que nos ofrecen los medios de comunicación pueden servirnos para **contribuir a la lucha contra las ideas de racismo y xenofobia** circulantes en nuestros días.

* La **diversidad variable** es debida fundamentalmente al ambiente, llamando ambiente a las características que rodean al grupo social en el que nos desarrollamos. Comenzaremos estudiando nuestra historia personal para observar, mediante los oportunos datos, que las diversas partes que componen nuestro organismo no se desarrollan del mismo modo ni a la misma velocidad. Esto significa que en la adolescencia pueden existir desproporciones entre las extremidades y el cuerpo, que se recuperarán una vez que se haya completado el desarrollo.

El resultado final de un organismo es fruto del desarrollo y, como tal, variable, ya que no sólo interviene la parte heredada, sino también el ambiente en el que se ha producido. La estatura, el peso, etc., dependen en gran medida de la nutrición; el desarrollo muscular, de la cantidad y calidad de ejercicio realizado, etc. Para esto podemos presentar a los alumnos y alumnas cuestiones como: ¿Hasta qué punto podemos decir que los hombres son más altos que las mujeres? ¿Podemos predecir la altura de una persona al conocer su sexo? ¿Es verdad que los hombres "normalmente" son más altos que las mujeres? Ofrecer a los alumnos datos sobre estos temas para su estudio y discusión servirá para diferenciar lo que es "normal" de lo que es usual, y una forma de admitir como "normal" ciertas "desviaciones" estadísticas.

* El último apartado trata de los modos de mejorar nuestra **calidad de vida**. Una de las más importantes regularidades de las personas es la capacidad que poseemos de aprender. Y mediante este aprendizaje es posible controlar, modificar o afianzar nuestro comportamiento.

De esta forma, en este capítulo trataremos de reflexionar sobre los estilos de vida de los alumnos y de las alumnas, especialmente en los ámbitos del cuidado personal y ambiental, en la alimentación y nutrición, en el equilibrio personal y en la forma de vida que impone la sociedad de consumo en la que nos movemos. Para ello realizaremos actividades y experiencias en las que el componente de las actitudes sea preeminente y lleve al alumnado al punto de tener que tomar decisiones sobre su propia vida.

En nuestra civilización se presentan problemas derivados de estilos de vida poco saludables. Es necesario, pues, que en la escuela realicemos un cambio conceptual, metodológico y de actitud, y que incorporemos elementos sobre el equilibrio personal y el desarrollo de la autoestima, ya que sin ellos no es posible asumir los conocimientos necesarios que puedan llevar a modificar hábitos incorrectos o a desarrollar pautas de conducta saludables y “*consumeristas*”.

Según la Organización Mundial de la Salud, la salud se define como “*la capacidad de desarrollar el propio potencial personal y responder de forma positiva a los retos del ambiente. Es un recurso ante la vida, no el objeto de la vida misma*”. Ello implica una idea de salud positiva que va mucho más allá del simple bienestar ligado a la ausencia de enfermedad.

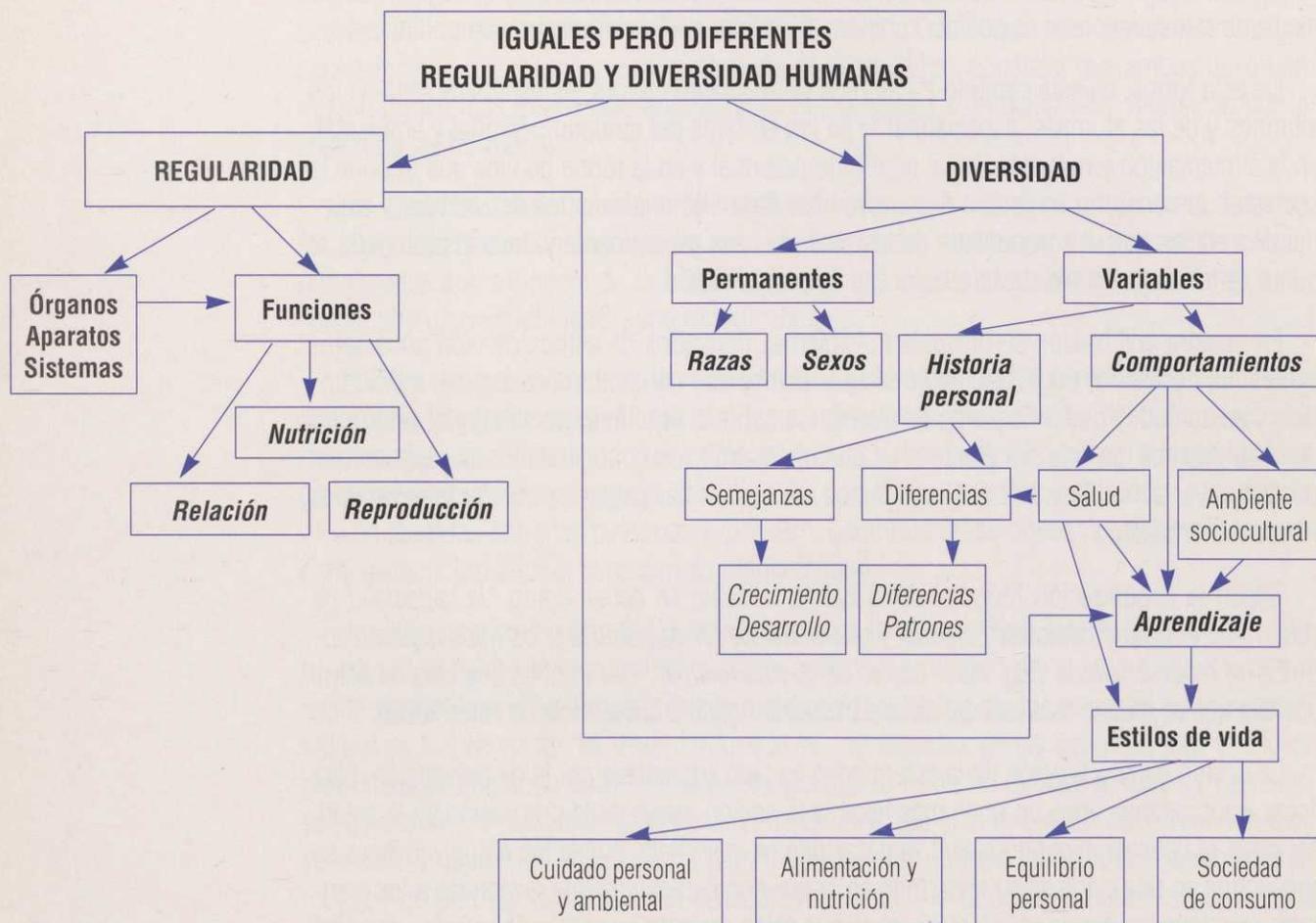
La noción de erradicación de la enfermedad ha sido suplantada por la de prevención, para llegar estos últimos años un poco más lejos: a la noción nueva de la promoción de la salud. Así pues, la Educación para la Salud se desarrolla en la escuela, donde los niños y jóvenes se encuentran en una etapa de su desarrollo en la que son particularmente receptivos a los mensajes relacionados con la salud, etapa en la que están creando su escala de valores, que será la que oriente y dé sentido a su comportamiento, creando líneas de conducta.

La nutrición, la higiene, la prevención de las enfermedades, los problemas del medio ambiente, las actitudes no discriminatorias por razones de género, raza, estado de salud, etc., son los fundamentos de una buena salud; pero, además, es algo que forma parte de la vida cotidiana. Y la vida de los alumnos y alumnas presenta situaciones saludables y de riesgo, situaciones a veces problemáticas ante las que han de tomar decisiones.

No podemos olvidar que trabajamos con adolescentes, que están inmersos en profundos cambios biológicos y psicológicos que afectan a su estado anímico, y que no tienen tiempo de asimilar tantas y tan rápidas modificaciones. A estas edades suelen sentir una gran preocupación por su aspecto físico, dejándose llevar en muchas ocasiones por imaginarios complejos que alteran su salud si no coinciden con los cánones de belleza que impone la moda del momento.

* El significado de esta Unidad didáctica reside en que, al mismo tiempo que tratamos la **identidad personal** de cada alumno y alumna (para intentar conseguir autoafirmación en sus valores y posibilidades que les conduzcan a la autoestima necesaria para enfrentarse con los retos del ambiente), hacemos hincapié en la regularidad de todos nosotros, es decir, en nuestra **básica igualdad**. Todos pertenecemos a la misma especie, y la diferencia genética entre un Einstein y un aborigen australiano es mínima. Dentro de esta igualdad es donde se manifiesta la diversidad humana, que debemos ver no sólo como normal, sino como la posibilidad de progreso y evolución que el ser humano posee.

El esquema conceptual que la presente Unidad desarrolla es el siguiente:



EN SÍNTESIS

Los alumnos y las alumnas, al terminar esta Unidad didáctica, serán capaces de:

- Relacionar la vida escolar, y en concreto las Ciencias de la Naturaleza, con las necesidades sociales.
- Conocer y comprender los aspectos básicos de la estructura orgánica y el funcionamiento del hombre y de la mujer como seres vivos.
- Resaltar la diversidad existente entre las personas como un elemento positivo que se debe respetar y a preservar, como un patrimonio de la humanidad para las futuras generaciones, evidenciando los problemas de xenofobia y racismo que se dan en nuestra sociedad.
- Aceptar y valorar la diversidad humana como una forma de favorecer el propio equilibrio personal, físico, afectivo y social.
- Desarrollar su grado de autoestima al aumentar la aceptación de sí mismo, la independencia en la toma de decisiones, la confianza en resolver los problemas que se le presentan y la asunción de sus responsabilidades.

- Respetar las características que pueden resultar problemáticas para algunas personas, como son las discapacidades o minusvalías, tanto físicas como psíquicas y sensoriales.
- Reflexionar sobre las características diferenciales y semejantes de cada sexo (anatómicas, psicológicas y sociales) para desarrollar actitudes no discriminatorias por razones de sexo.
- Poner de manifiesto las características del crecimiento y desarrollo humanos para evitar la adopción de patrones estándar con los que se comparan y que a veces llegan a crear ansiedades y angustias si no llevan el ritmo considerado "normal a su edad".
- Considerar el aprendizaje como uno de los aspectos básicos de la naturaleza humana que posibilita el progreso.
- Conocer y valorar la importancia de los estilos de vida en la promoción de la salud, sobre todo en relación a aspectos individuales, como son: la alimentación, el cuidado personal y ambiental, la prevención de enfermedades, de accidentes, el consumo de sustancias nocivas, etc.
- Conocer los recursos necesarios para mantener su equilibrio personal y fomentar el grado de autoestima necesario para enfrentarse a los retos personales y a los que presenta la sociedad.
- Desarrollar actitudes críticas frente a la gran oferta de bienes y servicios de nuestra sociedad, que produce hábitos consumistas poco saludables.
- Considerar la gran influencia que tienen en nuestra sociedad y en nuestras conductas cotidianas fenómenos como la publicidad, la moda, los medios de comunicación, etc.

Introducción: ¿Qué estudiar acerca de la materia inerte que compone la Tierra y por qué?

En el bloque anterior —“Diversidad y regularidad en los seres vivos”— hemos estudiado los seres vivos; en éste trataremos del escenario donde se desarrolla la vida, los elementos que lo integran y su disposición y organización. No atenderemos a las relaciones que se establecen entre los seres vivos y el medio ambiente, aunque hagamos menciones puntuales a ello, dado que la Ecología será abordada en el cuarto curso de la Educación Secundaria con mayor profundidad.

* La vida se desarrolla en la intersección de la Atmósfera, Hidrosfera y Litosfera, y a estas tres partes dedicaremos nuestra primera atención, pero no como componentes de la Biosfera, sino como capas en las que se organizan los materiales que componen la Tierra. Una breve introducción al proceso de formación de nuestro planeta, que volveremos a tratar en el bloque cuarto —“Una mirada hacia los cielos...”, página 79 y ss.—, sitúa los diversos materiales que la componen en las tres capas concéntricas, fundamentalmente por sus densidades.

Más que estudiar los componentes del aire o del agua, trataremos la dinámica que tiene lugar en estas capas por su influencia sobre la vida, especialmente en las personas. Es importante que el hombre vuelva la vista al aire, al agua y a la tierra, y busque las raíces que allí posee, que no viva de espaldas a la Naturaleza para que no sea ella quien le dé la espalda, que comience a leer en las nubes, en el aire, en el viento, en la luz... lo que ocurre y lo que puede ocurrir a su alrededor. De ellos dependemos para sembrar y recolectar, construir ciudades y hacer carreteras, alimentarnos y vestirnos.

Pero esto no significa volver a los tiempos de la Prehistoria, sino saber utilizar los instrumentos de medida que poseemos y los medios de comunicación existentes, que nos van informando de la evolución de las diversas zonas de la Tierra. Debemos desarrollar la actitud de preocuparnos por estas cuestiones y trabajar, en la medida de lo posible, por dejar el medio ambiente que nos rodea de la misma forma que nos lo encontramos como mínimo; de lo contrario, la consecuencia es inmediata.

* Los materiales que componen la parte sólida de la Tierra son las rocas. Conoceremos las diferencias que existen entre sedimentarias, metamórficas y magmáticas, pero prestaremos especial atención a aquellas de las que nuestra sociedad saca mayor provecho. Estudiaremos especialmente las que constituyen el terreno que pisamos y observaremos la utilidad que sacamos de ellas.

* Los materiales sólidos que forman nuestro paisaje se presentan de una forma determinada, dando lugar al relieve. Éste, aunque nos parece inamovible y permanente, está continuamente cambiando y conformándose por la acción de los agentes geológicos, tanto externos como internos. En esta ocasión sólo trataremos de los externos, dejando los agentes internos para el segundo ciclo.

El reconocimiento del relieve del lugar donde el alumnado vive mediante fotos, mapas, planos, maquetas, etc., es importante y lo aproxima al medio natural. Igualmente importante es observar las transformaciones que el hombre va realizando en él.

Terminaremos estudiando el suelo, formado como consecuencia de la acción de los agentes geológicos externos y de los seres vivos sobre los materiales que componen un determinado lugar.

Unidad 5:
*Nuestro
planeta Tierra.
Un
caleidoscopio
organizado
por una
multitud de
materiales*

El presente tema trata de estudiar el planeta Tierra, sus características generales, sus componentes, el estado en el que se presenta y el lugar que ocupan, al tiempo que se hace una breve introducción a su dinámica.

* Podemos comenzar haciendo una revisión con los alumnos de las **características generales de la materia inerte** que la diferencia de los seres vivos, lo cual ya realizamos en el primer tema, pero que nos puede servir para concretar y “refrescar” ideas.

* La diversidad de la materia inerte será tratada en este capítulo en función de los estados físicos en los que se presenta.

En el **proceso de formación de la Tierra** los materiales se fueron situando en un orden de densidad creciente hacia el interior, disponiéndose en capas superpuestas. Los más ligeros, gases, ocupan la parte más periférica, constituyendo lo que denominamos Atmósfera, mientras que los más densos forman la parte sólida. Los de densidad intermedia se disponen, lógicamente, entre ambas capas, formando la Hidrosfera.

Es importante que el alumnado reconozca que la Tierra está formada por las tres capas y no la identifique exclusivamente con la parte sólida. Es frecuente asociar el concepto de planeta Tierra únicamente con la parte sólida y a veces también con la parte líquida, pero no se suele considerar la zona gaseosa como constituyente de nuestro planeta. Éste es un problema que lo achacamos, en parte, a que existen nombres que designan las esferas gaseosa y líquida de la Tierra (Atmósfera e Hidrosfera), pero no tenemos un nombre aceptado que designe la parte sólida. Por ello proponemos la utilización del nombre de Telurisfera para indicar toda la parte sólida, misteriosa y desconocida que se encuentra bajo nuestros pies, pues su etimología se aproxima al concepto que deseamos expresar.

* Debemos detenernos en cada una de las esferas o capas que forman la Tierra. En el estudio de la **Atmósfera** podemos considerar el aire y sus componentes, la estructura que posee y sus características, para terminar con una pequeña introducción a la dinámica atmosférica y hacer juegos y actividades diversas sobre el pronóstico del tiempo. En este apartado es importante la observación y medida de las variables atmosféricas, utilizando los instrumentos que se encuentran en las casetas meteorológicas y otros que pueden ser diseñados y contruidos por los propios alumnos y alumnas.

La continuidad en la **toma de datos** se puede realizar de manera rotatoria para no cansar siempre a las mismas personas, de forma que toda la clase pase por la experiencia de medición de las variables atmosféricas. Este seguimiento es importante para poder plasmar los resultados en los correspondientes registros gráficos y realizar interpretaciones y comparaciones. El seguimiento de los pronósticos del tiempo que se puede realizar a través de los periódicos y la lectura de los mapas del tiempo que se elaboran a partir de los datos del “Meteosat” son procedimientos necesarios para trabajar contenidos referidos a actitudes y acercar nuestro motivo de estudio a las necesidades de la sociedad: el tiempo meteorológico es algo que no preocupa solamente los agricultores, sino que todos dependemos, de alguna manera, de él. Asimismo, el hecho de diseñar y realizar instrumentos de medición de algunas de las variables atmosféricas supone una aproximación al mundo de la tecnología, siempre apasionante, por lo que significa de aplicación de conocimientos y posibilidad de predecir el futuro.

Estas **actitudes positivas hacia la Ciencia** se reforzarán realizando debates, previamente preparados por los propios estudiantes con la búsqueda de la información necesaria, sobre los problemas de la Atmósfera que más preocupan: el *smog* de las ciudades, el efecto invernadero y sus consecuencias, el agujero en la capa de ozono con sus causas y consecuencias, la evolución de la climatología mundial, etc.

Queremos apuntar que, aunque realicemos actividades sobre el tiempo meteorológico, no proponemos estudiar el clima ni sus tipos. Se puede hacer una breve incursión por ese campo para caracterizar diversas zonas conocidas, bien de la localidad, de la región o del país, pero la climatología presenta un grado de complejidad que no consideramos adecuado para esta edad.

* El estudio de la **Hidrosfera** debe tratar las características propias de esta capa de la Tierra. Además de observar y comprobar ciertas propiedades del agua, los alumnos deben realizar actividades en las que se demuestre la importancia que tiene para el desarrollo de la vida, su dinámica en el planeta (ciclo del agua), su consumo, escasez, contaminación, tratamiento para la potabilización, etc. El estudio del agua nos puede servir para realizar pequeñas investigaciones que podemos llevar a efecto con sencillos materiales caseros.

* El estudio de la **Telurisfera** será presentado como continuación del estudio de las capas externas, ya que los materiales se disponen en orden de densidad creciente hacia el interior del planeta. Es importante destacar la **dificultad en la obtención e interpretación de datos sobre el interior de la Tierra** que permitan construir un modelo sobre su constitución y estructura. De esta forma, lo que conocemos no son más que conjeturas, hipótesis que se elaboran en función de los datos que se obtienen, siempre expuestas a cambios y nuevas formulaciones. Se debe clarificar qué es lo que se conoce del interior del planeta y se admite como cierto en la actualidad, y qué son meras hipótesis de trabajo, explicativas del modelo que nos hemos formado.

El modelo del interior de la Tierra que presentaremos será el basado en las discontinuidades de las ondas sísmicas, esto es: Corteza, Manto y Núcleo. No encontramos dificultad para la introducción de la Astenosfera como una capa particular del Manto. Sin embargo, nos parece conceptualmente complejo dividir la Tierra según la dinámica que conocemos que existe en su interior, que tiene reflejo en la división en las capas de Litosfera y Astenosfera, ya que no vamos a desarrollar el ciclo de las rocas ni la Tectónica de Placas. Los alumnos y alumnas pueden concretar su modelo realizando con plastilina u otros materiales un prototipo de lo que piensan acerca del interior de la Telurisfera.

* En este apartado es importante la **confección de gráficas** sobre la variación de diversas propiedades de los materiales, a medida que se encuentran en zonas más profundas de la Tierra, así como su interpretación simultánea para elaborar nuestra propuesta de modelo. Parte de estos datos serán suministrados por el profesor, pero otros, como la masa y densidad de los materiales que se encuentran sobre la superficie, pueden ser obtenidos por los propios alumnos proponiéndoles la investigación pertinente.

* La lectura de fragmentos de novelas como *Viaje al centro de la Tierra*, de Julio Verne, y su posterior discusión en clase, así como la construcción de sismógrafos sencillos para iniciar al alumnado en la toma indirecta de datos, nos parecen adecuados, especialmente si dejamos libertad para la confección y construcción de sus diseños.

El breve esquema conceptual que deseamos desarrollar en esta Unidad didáctica se puede resumir de la siguiente manera:

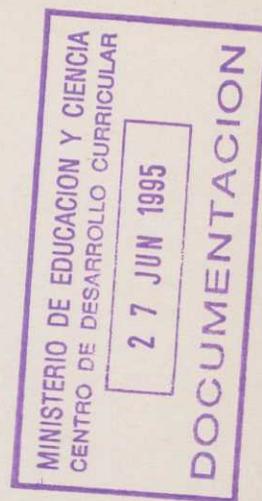


EN SÍNTESIS

Los alumnos y las alumnas, una vez desarrollada esta Unidad didáctica, deben ser capaces de lo siguiente:

- Diferenciar las características de la materia inerte que compone la Tierra, de las que poseen los seres vivos.
- Destacar la variedad de los materiales constituyentes del planeta Tierra y su situación en función de su densidad.
- Realizar debates, mesas redondas, etc., sobre los grandes y graves problemas actuales de la Atmósfera e Hidrosfera (efecto *invernadero*, agujero en la capa de ozono, contaminación de los mares y aguas continentales, etc.).
- Recoger datos meteorológicos adquiriendo las destrezas necesarias para la utilización de aparatos de medida de las variables del tiempo atmosférico.
- Elaborar con los datos recogidos distintos tipos de gráficas.
- Valorar la importancia de la predicción del tiempo meteorológico, sabiendo interpretar mapas del tiempo sencillos.
- Conocer la importancia que tiene la continuidad de la toma de datos para realizar gráficas, interpretaciones y comparaciones fiables.
- Apreciar las condiciones excepcionales y difícilmente imaginables existentes en el interior de la Tierra.
- Deducir la estructura y estado físico de los materiales que constituyen el interior de la Tierra, estableciendo un modelo que refleje su disposición zonal según la interpretación de los datos que poseemos.

- Valorar la importancia de la utilización de modelos y teorías en la construcción del conocimiento científico observando la forma en que se construyen éstas y la significación que adquieren los datos a la luz de una determinada teoría.
- Valorar la importancia del agua en nuestras vidas y comprender la necesidad de aprovecharla adecuadamente realizando actividades sobre sus características y propiedades más importantes, como es el ciclo que el agua describe en la Tierra.
- Diseñar, construir y utilizar aparatos para percibir ondas sísmicas.
- Formular hipótesis sobre el estado físico, distribución y composición del interior del Planeta.
- Adoptar una postura crítica ante la ciencia, siendo conscientes del carácter transitorio que poseen las teorías científicas.



* Comenzaremos el tema solicitando del alumnado ejemplos de materia inerte sólida. Entre los muchos ejemplos que pueden citar se encontrarán los plásticos, la madera, el hierro, el vidrio, etc. Al intentar realizar la clasificación de todo lo aportado y definir criterios para ello, estableceremos los conceptos de rocas como aquellos materiales inertes y sólidos que poseen un origen natural.

* Esta introducción al mundo de las rocas nos hace observar que, dentro de su diversidad, existe **una regularidad: su composición**. Las rocas están formadas por minerales, por lo que trataremos de abordar su estudio en este momento.

* La introducción al **estudio de los minerales** y su clasificación nos debe servir para acercarnos a conocer sus propiedades más características: color, raya, densidad, dureza, fractura, exfoliación, etc., que podemos usar como criterios para realizar su clasificación. Éste es un momento apropiado para acercarnos a la utilidad que le damos a los minerales en nuestra vida cotidiana y a los productos que de ellos extraemos: el mercurio de los termómetros, el bario de las radiografías, los diamantes, el cuarzo, el oro, la plata, la galena, las piedras semipreciosas, la mica de las planchas, etc.

En este apartado se pueden hacer **pequeñas experiencias sobre la cristalización**, presentando como problema el deseo de obtener cristales de gran tamaño. La observación del proceso de cristalización bajo la lupa binocular también resulta atractivo e instructivo.

* Podemos comenzar el **estudio de las rocas** haciendo la clasificación de un pequeño conjunto de ellas. El criterio que los alumnos pueden utilizar para esta primera clasificación será el de su origen, por lo que las dividiremos en sedimentarias, metamórficas y magmáticas, tratando de observar en su aspecto externo las características que demuestran su origen.

Aunque podemos hacer una breve introducción al estudio de las tres clases de rocas, nos centraremos fundamentalmente en el tipo de rocas que conformen el relieve circundante.

* Trataremos las **rocas sedimentarias** más abundantes: las detríticas (que las identificaremos por el grueso del grano); las de precipitación química, especialmente la caliza, y las evaporitas, como el yeso y la sal gema. La observación del tamaño y los colores de los gra-

Unidad 6:
Rocas por todas partes. Su utilidad en nuestras vidas

nos que las componen, mediante la lupa binocular, es una experiencia interesante, que nos acerca al origen y procesos de su formación.

El petróleo, más que tratarlo como roca, podemos considerarlo como un fluido que impregna algunas rocas sedimentarias, encontrándose en los poros que ésta posee. Al tratarse de un fluido, se mueve siguiendo las leyes de las fuerzas existentes y solamente se detendrá cuando en su movimiento encuentre una "trampa", de la cual podremos extraerlo mediante los adecuados sondeos.

Algo semejante ocurre con el agua subterránea. La idea de que el agua ocupa grandes huecos vacíos del interior de la Tierra se mantiene porque en el lenguaje coloquial y en los medios de comunicación expresan los hallazgos de agua mediante la expresión "encontrar bolsas de agua". Aunque es verdad que en las zonas cársticas el agua puede ocupar grandes oquedades, en los terrenos detríticos se encuentra en los pequeñísimos poros existentes en la roca, concepto éste al que debemos acercar al alumno.

Las rocas **magmáticas** nos servirán para observar el aspecto externo de muchos minerales, es decir, la forma cristalizada bajo la que se presentan en la Naturaleza. Podemos traer a colación en este punto las experiencias realizadas con anterioridad sobre la formación de cristales, o bien realizarlas en este momento.

Es importante la observación de los cristales que forman este tipo de roca, pero no consideramos conveniente la identificación y el conocimiento de las diversas rocas magmáticas. La diferenciación entre plutónicas y volcánicas no ofrece dificultad y puede ser abordado. Estas consideraciones, como hemos apuntado anteriormente, son válidas dependiendo del tipo de rocas que se encuentren en los alrededores del centro docente.

* En las rocas **metamórficas** sólo nos detendremos para observar los efectos que la presión origina en ellas, y que se manifiesta en la inclinación de los cristales.

Conocidas las principales diferencias entre los tres tipos de rocas, realizaremos con los alumnos recorridos por la Naturaleza para observar *in situ* el motivo de nuestro estudio. También llevaremos a efecto **itinerarios urbanos**, donde podamos reconocer los principales tipos de rocas y observar las aplicaciones que las personas les damos, especialmente a las que tenemos más próximas. Se trata de observar el grado de **utilidad de las rocas circundantes**.

Al finalizar la presente Unidad didáctica los alumnos y alumnas habrán desarrollado un breve esquema conceptual como el siguiente:



EN SÍNTESIS

Esta Unidad didáctica, que no puede ser excesivamente larga, debe capacitar al alumnado para lo siguiente:

- Acercar el alumnado al conocimiento de los minerales y las rocas, así como a la utilidad que las personas les damos según las propiedades que poseen, valorando la importancia que tienen en las actividades humanas (edificios, carreteras, cerámicas, utensilios de adorno, etc.).
- Despertar la curiosidad hacia el conocimiento de las rocas y minerales más comunes de su entorno, sabiendo reconocerlos.
- Observar la diversidad de rocas existentes y establecer con ellas una primera clasificación basada en su origen.
- Utilizar y elaborar claves sencillas para la clasificación de las rocas y minerales más frecuentes.
- Apreiciar la regularidad existente en las rocas: minerales que las componen, los cuales, a su vez, están formados por elementos geoquímicos.
- Realizar las experiencias necesarias para reconocer las principales propiedades de rocas y minerales.
- Resolver problemas sobre la obtención de cristales en los que se deba controlar alguna de las variables que intervienen en el proceso de cristalización.
- Tomar conciencia del problema de la energía en la Tierra, del significado de energía y materia renovables y no renovables, y el cuidado que debemos tener en su consumo.

* Las primeras actividades que se deben realizar en esta Unidad son las de reconocer los caracteres generales del **relieve** y los **elementos** que lo componen, tratando de distinguir paisaje y relieve. Es necesario que el alumnado haga un esfuerzo por identificar las partes de un todo tan familiar como es el relieve que continuamente están viendo: montes, valles, llanuras, ríos, etc.

* La **representación gráfica del relieve** que observamos es el siguiente problema que podemos presentar a los alumnos. Podemos solucionarlo con el dibujo de mapas y planos, pero para llegar a ello debemos pasar por una serie de etapas como es el dibujo de la mesa de trabajo, de la propia aula, del patio del centro, etc. Esto puede concatenarse con otro problema: el de la proporcionalidad que debe existir entre la representación y la realidad. El **trabajo con escalas**, en principio horizontales, para pasar más adelante a las verticales, que serán necesarias cuando se hagan los perfiles de las secciones, iniciará la solución al problema de las representaciones gráficas.

Es importante la **utilización y manejo de planos y mapas**, especialmente de la zona donde el centro docente está ubicado. Su adecuado aprovechamiento significa conocer y tener en cuenta la simbología expresada en ellos, ya que cada uno de los símbolos tiene un significado distinto y concreto, pero aceptados por todos y recordados en la leyenda de los propios mapas.

Unidad 7: *Las formas de la Tierra y los agentes que las conforman*

El uso y conocimiento de símbolos es muy importante, ya que nos movemos en un mundo icónico, estamos rodeados de ellos por todas partes y tienen un significado definido que se debe entender para poder estar integrado en la propia sociedad. Se encuentran en las ciudades, caminos, carreteras... Señales de tráfico, colores de los autobuses, numeración de las viviendas de una calle, etc. Estos símbolos están aceptados por todos y debemos comprender que es la forma que tenemos de advertir, aconsejar, prohibir, señalar, dar noticias, etc., a personas que no conocemos. Así funciona la sociedad.

La comprensión de los mapas de relieve por parte del alumnado no se soluciona únicamente haciendo, trabajando y utilizando representaciones gráficas. La **construcción de maquetas** con corcho, plastilina o cartón, de un relieve conocido —como puede ser el de su comarca— sirve para comprender las curvas de nivel de los mapas topográficos y el uso correcto de los mismos. Una vez terminada la maqueta, las aristas de las curvas de nivel pueden ser “matadas” con escayola para luego pintarla, simulando con mayor perfección el relieve existente. La realización de este trabajo contribuye a conocer y valorar el propio paisaje, además de los contenidos referidos a conceptos y procedimientos que desarrolla.

* El efecto de los agentes geológicos externos puede estudiarse sobre la maqueta construida de la propia comarca, solicitando a los alumnos y alumnas que elaboren conjeturas sobre los agentes que han podido conformar el relieve que observan. También pueden realizar una historia gráfica sobre alguno de estos agentes, como la historia de un río o el recorrido de una brizna de viento.

En la confección de esta historia, al informe más o menos bibliográfico se puede añadir una información gráfica, presentando en póster un cómic o confeccionando un diorama, conjunto de diapositivas... donde se cuente la historia del protagonista: el río o el viento. Las diapositivas deben ir acompañadas de la necesaria narración para comprender la acción y los efectos del agente que estamos estudiando.

El protagonista de nuestra historia no tiene por qué ser uno de los agentes geológicos externos, también puede ser un edificio, estatua o monumento sobre el que van actuando de diversa forma los diferentes agentes, actores de la narración. Desde el llamado “mal de la piedra” que tienen algunos edificios hasta la erosión que sufren por el azote de lluvias, granizos, etc., que en ellos producen mutilaciones (Esfinge de Gizeh, por ejemplo).

En el estudio del relieve no puede faltar la **acción de las personas** sobre el mismo. La construcción de carreteras, de urbanizaciones o el crecimiento de la ciudad, la extracción de áridos y otros materiales, etc., son actividades que modifican de manera rápida el relieve. Además de las visitas *in situ* podemos recurrir a la observación de fotografías de un mismo lugar en distintas épocas, lo cual es muy demostrativo.

* El **suelo** es un buen motivo para detenerse en su estudio, ya que es asequible, de fácil experimentación y de gran importancia. Podemos presentarlo como una consecuencia de la acción de los agentes geológicos externos y de los organismos que viven en un ambiente determinado.

Se puede presentar al alumnado pequeños problemas que signifiquen una investigación sobre su porosidad, capacidad de retención de sales, textura, etc., que son fácilmente realizables. Es necesario, no obstante, tratar la evolución del suelo, su lenta formación y su fácil desaparición, por lo que, siendo necesario para nuestra vida, es un bien que hay que proteger. En este contexto se pueden hacer debates sobre el deterioro y la conservación del suelo, así como pedir a los alumnos que ideen soluciones para evitar la desaparición de los suelos existentes, como ocurre con la deforestación, las pendientes excesivas del terreno, etc.

El esquema conceptual que pretende desarrollar esta Unidad didáctica es el siguiente:



EN SÍNTESIS

Los alumnos y las alumnas, con el desarrollo de la presente Unidad didáctica, deben estar en condiciones de lo siguiente:

- Reconocer la diversidad de relieves y la regularidad en la acción de los agentes geológicos externos.
- Apreciar el paisaje de la región donde está ubicado el centro docente y reconocer los principales agentes que lo han configurado, sabiendo delimitar sus principales problemas medioambientales.
- Diferenciar paisaje de relieve y reconocer la importancia de las acciones del ser humano en su modificación.
- Saber leer, interpretar y realizar planos y mapas topográficos sencillos, conociendo el significado de los símbolos, colores y escalas.
- Ser respetuosos con las señales indicadoras de lugares, direcciones y cotas, así como con las de tráfico.
- Confeccionar maquetas que reproduzcan planos de relieve de los alrededores del centro docente utilizando adecuadamente las escalas.
- Apreciar el suelo como un sistema frágil que debe protegerse y en el que han intervenido en su formación tanto agentes biológicos como no biológicos durante mucho tiempo.
- Reconocer, mediante sencillas experiencias, la textura de un suelo y sus propiedades más importantes.
- Adquirir destrezas en el manejo y utilización de algunos instrumentos de medida y orientación, que puedan ser utilizados en las salidas al campo.

- Sensibilizarse sobre la necesidad de cuidar y gestionar adecuadamente el medio ambiente, interesándose por las medidas existentes para su protección.
- Relacionar el suelo con la existencia de vegetación y reconocer la importancia de ésta en la acción de los agentes geológicos externos.

Diversidad de las sustancias y sus transformaciones

Esta parte del programa conecta muy directamente con el estudio realizado del medio físico terrestre. Los alumnos han podido conocer allí —y conviene recordarlo— la existencia de una enorme variedad de materiales: desde rocas de las más diversas propiedades, minerales... a una extensa capa de aire (a la que van a parar los gases lanzados por los volcanes o desprendidos por los pantanos), pasando por aguas que arrastran otras sustancias en disolución...

* Hemos de indicar que no creemos útil precisar de entrada el sentido que las Ciencias —y más concretamente la Química— dan al concepto de sustancia. Consideramos conveniente, por el contrario, conectar con el uso ambiguo que tiene en el lenguaje corriente, para proceder después, de forma funcional, a precisar su significado. Se trata, pues, de favorecer una discusión acerca de **qué estudiar** con relación a esta variedad de materiales, sustancias, o como queramos llamarles, que permita comprender la importancia de su estudio, genere interés y cree expectativas positivas para futuras profundizaciones.

* Las **aplicaciones prácticas** de muchos de los materiales existentes constituye un primer punto de reflexión. El alumnado (y el profesorado) pueden referirse a numerosos ejemplos destacando su importancia práctica e incluso su papel en el desarrollo histórico. Ello concede a su estudio un indudable interés y constituye, repetimos, un primer objetivo de esta parte del temario.

* Un hecho que “complica” dicho estudio es que, muy a menudo, nos encontramos con mezclas (en las que no siempre se distinguen claramente los diversos componentes), lo que hace necesario un esfuerzo de separación para obtener aquello que precisamos. Aprender a **separar sustancias** contenidas en dichas mezclas constituye un segundo objetivo en nuestro estudio de las sustancias, al tiempo que el reconocimiento de que muchos materiales naturales son mezclas de otros introduce un primer elemento de orden en la diversidad de sustancias existentes.

* Otro hecho de importancia lo constituye el reconocimiento de las transformaciones que estos materiales experimentan en ocasiones (como el paso del hielo a agua líquida, u otras más complejas como una combustión o las que el dominio del fuego permitió producir). Ello lleva a intuir la posible existencia de **vínculos entre sustancias** con aspectos y propiedades a menudo muy distintas y abre el camino a la búsqueda de cuál puede ser la **constitución de la materia** capaz de explicar la variedad de sustancias existentes y sus transformaciones y de facilitar el control de las mismas (o incluso la producción de sustancias nuevas).

* Es preciso dejar claro que todos estos estudios se han ido desarrollando a lo largo de *miles de años*, en un proceso lento, sinuoso... que se convirtió en avance impetuoso, casi explosivo, hace apenas tres siglos, hasta convertir los últimos cien años en el *Siglo de la Química*, con una enorme **incidencia en la vida de los hombres**. Merece la pena detenerse en discutir dicha incidencia como forma de motivación inicial, y dejar claro hasta qué punto muchos de los objetos y materiales indispensables para nuestra vida son el resultado de la comprensión alcanzada de la estructura de la materia y de la posibilidad abierta al control de sus transformaciones (produciendo miles de sustancias nuevas como plásticos, fármacos... o metales como el aluminio, que no comenzó a utilizarse hasta hace menos de un siglo).

* Es preciso referirse igualmente a algunos de los graves problemas, generados por este impetuoso desarrollo, que obligan a meditaciones **tomas de decisiones** a las que la formación científica de los futuros ciudadanos debe conceder una particular importancia.

* Por lo que se refiere al hilo conductor para la introducción de los conocimientos, no consideramos útil seguir el proceso histórico en este campo, pues fue demasiado confuso y errático.

Introducción:
¿Qué estudiar
acerca de las
sustancias y
por qué?

Comenzaremos estudiando el **comportamiento de los gases**, porque resulta más simple, menos variado, que el de los materiales líquidos o sólidos. Su estudio constituye por ello la forma más simple, quizá, de aproximarse al conocimiento de la **estructura de la materia**. Así se comprendió en el siglo XVIII, lo que facilitó un notable avance en la construcción de los conocimientos.

Conviene puntualizar que este estudio de los gases (que desarrollaremos en la Unidad 8) será también la ocasión de poner a los alumnos y alumnas en contacto con buen número de experiencias sorprendentes asociadas al comportamiento de los gases, al fenómeno de la presión atmosférica, etc.

En la Unidad 9 intentaremos, con la guía de la hipótesis atómica, **establecer orden en el enorme cúmulo de sustancias existentes**. Ello puede ser ocasión de numerosas actividades de separación de sustancias, etc., que pondrán a los alumnos en contacto con técnicas básicas de un laboratorio de Química y les permitirán una primera apreciación de la especificidad de este campo del conocimiento.

* El estudio de las sustancias se completará, en la Unidad 10, con la introducción de un modelo elemental de **reacción química**, corolario de las hipótesis atómicas, que permite comprender y controlar las transformaciones de las sustancias. El estudio realizado debe constituir un primer contacto, fundamentalmente fenomenológico, con el prodigioso mundo de las reacciones químicas y puede apoyarse en algunas contrastaciones cualitativas de las implicaciones del modelo (factores que influyen en la velocidad de reacción, etc.).

* La Unidad 11, por último, se detiene en profundizar el estudio del **calor**, cuyo papel en las transformaciones de la materia ha sido ya puesto de relieve. Y de nuevo este estudio puede ser ocasión de numerosas actividades susceptibles de interesar a los alumnos y alumnas y de adentrarse en el tratamiento de las relaciones CTS, asomándoles, por ejemplo, a la comprensión de las máquinas térmicas (asociadas a la primera revolución industrial), etc.

En conjunto, estos cuatro temas constituyen una magnífica ocasión para asociar el aprendizaje al **tratamiento de problemas** asequibles a los alumnos de este nivel. Problemas que remiten a algunos de los grandes debates de la historia de las ciencias (en torno, por ejemplo, al "horror al vacío", a la naturaleza del calor o a la continuidad o discontinuidad de la materia) y que permiten también destacar las interacciones CTS en todos sus aspectos contradictorios. Problemas que pueden dar lugar al diseño y elaboración de productos técnicos (como pequeñas turbinas de vapor, globos...) y despertar el interés por profundizar en algunas de estas cuestiones en los cursos del segundo ciclo.

Unidad 8:
*Los gases,
una primera
aproximación al
establecimiento
de la estructura
de la materia*

* Como ya se ha indicado en la introducción al estudio de este bloque, dedicado a la diversidad de la materia, el objetivo central perseguido con el estudio de los gases es facilitar la **construcción de las concepciones atomistas** acerca de la estructura de la materia. Aunque no seguimos así el proceso histórico, sí que ponemos a los alumnos en una de las situaciones que más contribuyeron a avanzar y precisar las concepciones corpusculares.

* Consideramos esencial detenerse en discutir el interés de este estudio de la **estructura de la materia** —profundizando en lo ya tratado al abordar la cuestión "*¿Qué estudiar acerca de las sustancias y por qué?*"— y dejar claro que el prodigioso desarrollo experimentado por la Química en apenas tres siglos —que ha contribuido a cambiar radicalmente nuestra forma de alimentarnos, protegernos contra las enfermedades, vestirnos,

construir nuestras viviendas, desplazarnos...— ha sido fruto, en gran medida, de ese conocimiento de la estructura de la materia.

* Igualmente importante resulta **clarificar por qué** conviene iniciar el estudio de la estructura de la materia **partiendo de los gases**, en lugar de partir de los materiales sólidos o líquidos. Pensemos que, aunque existen poderosas razones para estudiar en primer lugar los gases (por su comportamiento más simple, menos variado), puede chocar a los alumnos y alumnas que comencemos ocupándonos de algo cuya “materialidad” es menos evidente, menos clara que la de los materiales que podemos ver y tocar con facilidad.

* Una vez realizada la opción de iniciar el estudio de la estructura de la materia a partir del comportamiento físico de los gases, conviene que los alumnos expongan **las ideas (¡y las dudas!) que ya poseen** respecto a dicho comportamiento —fruto, fundamentalmente, de su experiencia cotidiana de contacto con el aire— con el fin de que puedan servir de punto de partida para un estudio más detenido. Este trabajo inicial permite establecer el siguiente esquema conductor para el estudio previsto sobre los gases y la estructura de la materia:

1. Profundización en el estudio del comportamiento físico de los gases.
2. Construcción, a título de hipótesis, de un modelo que explique cualitativamente el comportamiento de los gases y sea capaz de predecir hechos contrastables cuantitativamente.
3. Consideración de la posibilidad de extrapolación del modelo construido a toda la materia (explicando también el comportamiento de líquidos y sólidos).
4. Consideración de los problemas que quedan planteados tras el estudio realizado (y que convendría abordar en los temas siguientes).

* La profundización en el estudio del comportamiento físico de los gases permite la explicitación y tratamiento de algunas **preconcepciones**, como las referidas a su falta de peso e incluso a su “inmaterialidad”. Numerosas experiencias, concebidas en parte por los propios alumnos (y descritas, por ejemplo, en el Manual de la UNESCO para la Enseñanza de las Ciencias), pueden contribuir a mostrar que los gases ocupan volumen, pesan, etc.

* Relacionado con el peso del aire, el estudio de la **presión** ejercida por la atmósfera gaseosa constituye un magnífico ejemplo de cómo el conocimiento científico se ha ido construyendo mediante debates y controversias y no por simple acumulación de ideas.

* Pero el estudio del comportamiento de los gases encierra en sí mismo un indudable interés al permitir toda una serie de **investigaciones concretas** en torno a, por ejemplo, las relaciones presión/volumen, volumen/temperatura... o relativas a la presión atmosférica, etc. Se trata de investigaciones que ponen en juego aspectos clave del trabajo científico en problemas relativamente acotados que pueden abordarse, en general, a un nivel muy cualitativo y sin excesivos prerrequisitos, resultando muy adecuadas para un curso introductorio como éste.

* Una vez estudiado con algún detenimiento el comportamiento físico de los gases, que ha permitido establecer la facilidad con que se comprimen y dilatan, se difunden, etc., los alumnos y alumnas están en situación de concebir, a título de hipótesis, **cómo pueden estar constituidos los gases**, de forma que sirva para explicar el conjunto de dichas propiedades. Esta construcción de un modelo explicativo constituye el punto central del tema y encierra difi-

cultades que han sido objeto de numerosas investigaciones y que conviene tratar con detenimiento. Dado que se trata de una de las dos unidades que hemos desarrollado completamente (página 143 y ss.), nos remitimos a lo expuesto allí acerca del tratamiento de estas cuestiones y terminaremos aquí incluyendo el apartado "En síntesis", con el que resumimos los objetivos y contenidos de cada tema.

EN SÍNTESIS

El estudio de este tema habría de contribuir a que los alumnos y alumnas puedan:

- Comprender y argumentar (dando ejemplos pertinentes, etc.) el interés de conocer cómo está constituida la materia.
- Comprender el papel jugado por el estudio de los gases en el establecimiento de la estructura de la materia.
- Profundizar en el conocimiento del comportamiento físico de los gases, concibiendo y realizando numerosas experiencias ilustrativas.
- Comprender, en particular, que si los gases pesan, la extensa capa de aire que constituye la atmósfera ha de ejercer una gran presión. Poder concebir y realizar numerosas experiencias ilustrativas de este hecho y poder explicar cualitativamente por qué no solemos notar dicha presión. (Este estudio de la presión atmosférica, aunque supone una cierta desviación del problema central del tema, puede ser profundizado en el anexo, dado su interés potencial para el alumnado, su conexión con situaciones de la vida cotidiana, etc.).
- Construir, a título de hipótesis, un modelo capaz de explicar cualitativa, pero detalladamente, los diferentes aspectos del comportamiento de los gases.
- Predecir, a partir del modelo, las relaciones que pueden esperarse entre las variables presión, volumen, temperatura y número de partículas. Poder realizar un estudio semicuantitativo de alguna de dichas relaciones (por ejemplo, la de presión/volumen a temperatura constante).
- Explicar la extrapolación del modelo corpuscular a toda la materia.
- Adquirir una cierta perspectiva de los nuevos estudios que se pueden realizar para seguir profundizando en la estructura de la materia.

Unidad 9: Búsqueda de orden en el enorme cúmulo de sustancias existentes

* Dado que en la Unidad anterior se ha avanzado la hipótesis de una estructura corpuscular de la materia, ésta se convierte ahora en una guía para la interpretación de la gran variedad de sustancias existentes. Los alumnos pueden, en efecto, predecir en primer lugar, a partir de dicha hipótesis, la posibilidad de que muchos de los materiales existentes constituyan **mezclas** más o menos íntimas de partículas de sustancias puras que podrían separarse atendiendo a sus distintas propiedades. Éste es el momento de precisar lo que entendemos por **sustancia pura** a partir, precisamente, de la consideración de las propiedades características.

En realidad, los estudiantes se refieren no sólo a las mezclas de sustancias, sino también a las **transformaciones** de unas sustancias en otras (mostrando las conocidas con-

fusiones que suelen existir a este respecto), pero dedicaremos esta Unidad al estudio de la separación de sustancias y determinación de sus propiedades, y reservaremos la siguiente al estudio de las transformaciones químicas.

* Una vez discutida la **importancia de estas separaciones**, tanto desde el punto de vista práctico (con ejemplos tan antiguos como la obtención de la sal común) como teórico (posibilidad de estudiar las propiedades características de las sustancias puras, establecer semejanzas de comportamiento, etc.), los alumnos y alumnas pueden **familiarizarse con algunas técnicas de separación**. Conviene plantear para ello situaciones concretas como, por ejemplo, la separación de sal común y arena, la obtención de alcohol a partir de vino, la separación de aceite y agua, la purificación de sulfato de cobre por disolución y cristalización, alguna separación cromatográfica (utilizando, por ejemplo, tinta de bolígrafo), etc. De esta forma, los alumnos pueden entrar en contacto con una de las primeras tareas de la Química, que consistió en la separación y purificación de las sustancias que habitualmente aparecen mezcladas.

* No se debe ocultar que el reconocimiento de las sustancias puras no siempre es fácil y remite a cuidadosas determinaciones de las **propiedades características** (además de a sofisticados procesos de separación). Los alumnos deben comprender que el proceso histórico de purificación de sustancias y determinación de sus propiedades características ha sido extraordinariamente largo y penoso, exigiendo tareas minuciosas y buenas dosis de paciencia. Puede ser interesante a este respecto la lectura de algún texto (o, mejor, el visionado de alguna película o vídeo) relativo al trabajo realizado por los esposos Curie para obtener el elemento radiactivo al que pusieron el nombre de Polonio. Para mostrar el diferente comportamiento de las sustancias puras y las disoluciones se puede recurrir, por ejemplo, a mostrar la constancia de la temperatura de fusión de una sustancia pura como el agua o la naftalina, mientras que en el caso de una disolución como la parafina (mezcla de hidrocarburos) se obtiene una banda amplia de temperaturas de fusión.

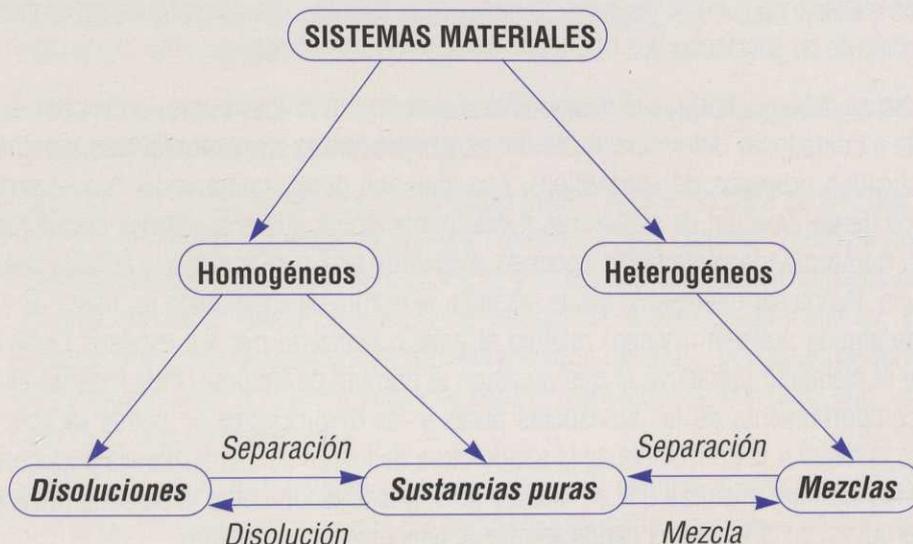
* Fruto de estos trabajos, realizados a lo largo de generaciones, es la existencia de **libros de datos** con los que los alumnos y alumnas deben entrar en contacto y que constituyen una valiosísima ayuda para la determinación de si nos encontramos frente a una sustancia pura o a una mezcla homogénea (disolución).

* Estas actividades de separación pueden completarse con otras de preparación de disoluciones de concentraciones determinadas, puesto que si la separación de sustancias tiene un gran interés, también lo tiene la **preparación de mezclas y disoluciones**. Esto puede ser ocasión para hacer comprender que no siempre es verdad que "*cuanto más puro, mejor*": el agua que bebemos no es, afortunadamente, "agua pura", y resultaría perjudicial ingerirla sin las sales que lleva disueltas en pequeñas concentraciones (por no hablar de las lesiones que provocaríamos en nuestros ojos si los laváramos con agua destilada). El oro absolutamente puro, por citar otro ejemplo, es demasiado deformable y, en general, son aleaciones (aceros...), y no metales puros, los que poseen propiedades más interesantes de resistencia a la corrosión, etc.

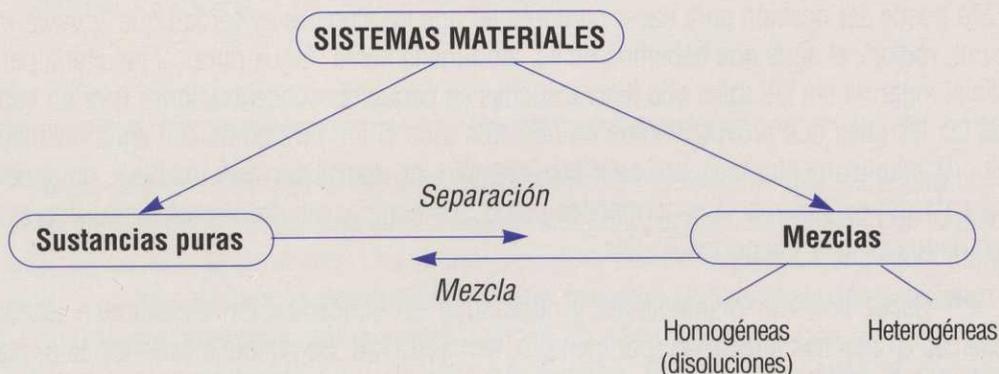
* Saber preparar disoluciones y determinar su concentración constituyen técnicas básicas en muchas industrias (por ejemplo, farmacéutica). Se puede, a este respecto, plantear algún **problema práctico** conducente a establecer la relación entre la densidad y la concentración de una disolución, al **diseño y calibrado de densímetros elementales** (pequeños tubos lastrados para que floten verticalmente, provistos de una tira de papel milimetrado como escala) que nos pueden permitir saber de manera rápida y cómoda, por ejemplo, cuánto azúcar hay en un mosto o cuál es el grado alcohólico de un vino, etc.

* Con actividades como las propuestas se puede contribuir a la familiarización de los alumnos y alumnas con algunas **técnicas básicas de laboratorio** (incluidas pesadas de una cierta precisión, determinación de volúmenes...) en un *contexto funcional*, es decir, con vistas a **solucionar problemas concretos** cuyo interés práctico puede ser discutido, dando entrada a las relaciones CTS.

* Estas actividades de separación y mezcla de sustancias permiten, por otra parte, clarificar los **conceptos** de sustancia pura, mezcla, sistema homogéneo y heterogéneo, disolución... Es posible, así, que los alumnos construyan **mapas conceptuales** como éste, que está basado en consideraciones fundamentalmente fenomenológicas y tiene en cuenta el proceso de reconocimiento de las sustancias.



Se trata de un esquema que prima la distinción visual entre lo que parece diverso (las mezclas heterogéneas) y lo que por su homogeneidad *parece* único. Ejemplos tan triviales como el del agua salada hacen ver que la distinción entre lo que es una sustancia y lo que constituye una mezcla (ya sea homogénea o heterogénea) debe realizarse junto con el estudio cuidadoso de un conjunto de propiedades, relativizando el simple criterio de homogeneidad/heterogeneidad y conduciendo a esquemas como:



* Queda ahora planteada la interpretación de transformaciones más drásticas que hacen pensar —a tenor de los cambios de propiedades que se producen— en la aparición de nuevas sustancias. Abordaremos esta cuestión en el siguiente tema.

Con este tema se pretende, en definitiva, que los alumnos y alumnas sean capaces de:

- Reconocer la importancia de los procesos de separación de sustancias (o de obtención de mezclas de propiedades definidas), pudiendo citar algunos ejemplos relevantes.
- Reconocer los inconvenientes de purificaciones extremas como las que suponen el uso de sal común o azúcar absolutamente puros en la alimentación (asomándose a los criterios de calidad de las aguas y otros productos). Saber distinguir, a este respecto, los distintos significados que el adjetivo “puro” tiene en el lenguaje corriente y en el científico (“leche pura” no significa sustancia pura).
- Comprender y poder utilizar el significado operativo del concepto de sustancia (pura) como material que tiene un conjunto de propiedades características (punto de fusión, etc.) fijas, mientras que, en el caso de una mezcla, dichas propiedades varían con la composición.
- Concebir formas de separación de mezclas y llevar algunas a la práctica.
- Comprender y manejar con soltura instrumentos como la balanza, pipetas, matraces aforados, termómetros...
- Construir y calibrar un densímetro elemental (como ejemplo de diseño y construcción de instrumentos).
- Construir e interpretar gráficos de densidad/concentración para una disolución dada.
- Distinguir los conceptos de masa, volumen, densidad y concentración, y comprender sus relaciones.
- Ver en qué medida los hechos estudiados en este tema y las interpretaciones construidas son coherentes con el modelo corpuscular introducido en el tema anterior.
- Tener clara la perspectiva de los estudios que conviene proseguir: posibilidad de transformar ciertas sustancias puras en otras mediante procesos mucho más drásticos que las separaciones y mezclas de sustancias estudiadas en este tema.

* La existencia de una enorme variedad de sustancias con propiedades muy diversas que hemos comenzado a estudiar en el tema anterior se completa ahora con la consideración de las **transformaciones de una sustancia en otras**. El tema puede iniciarse con la consideración de algunas transformaciones que los alumnos pueden aportar de su experiencia cotidiana (como por ejemplo, las combustiones).

* Las propuestas de los alumnos y alumnas van a incluir, sin duda, algunos ejemplos que no constituyen reacciones químicas. Será conveniente llamar la atención, a este respecto, sobre las **dificultades que los científicos tuvieron para distinguir entre cambio químico** (con aparición de nuevas sustancias) y una simple mezcla o un **cambio de estado físico**. De hecho, durante bastante tiempo —como veremos en la Unidad 11—, la fusión de una sustancia se interpretaba como una reacción química entre el sólido y el calor para dar “la nueva sustancia” líquida. ¿Y cómo saber que la leche no constituye una sustancia, sino la simple mezcla de agua y numerosas sustancias (lactosa, caseína, grasas, sales minerales)?

Unidad 10:
La comprensión de las transformaciones de las sustancias: un modelo elemental de reacción química

Estas dificultades deben ser resaltadas, remitiéndose de nuevo a la necesidad de caracterizar las sustancias atendiendo a sus propiedades específicas y también a la forma en que reaccionan con otras sustancias.

* Conviene proponer como **problemas** toda una serie de ejemplos con objeto de establecer si se trata o no de una reacción química e ir realizando un trabajo de ver “qué reacciona con qué”. Los alumnos pueden familiarizarse así con el ataque de los metales por los ácidos, las neutralizaciones de éstos por las bases, los intercambios iónicos con formación de precipitados (como el de AgCl , o la hermosísima “lluvia de oro” del PbI_2), las combustiones de metales en polvo o en cinta (como la del magnesio de los destellos fotográficos), la descomposición térmica del azúcar y otras sustancias orgánicas, alguna electrólisis que produzca depósitos metálicos o libere gases, etc.

* Con esas reacciones, además de asomarse al tantas veces sorprendente mundo de las reacciones químicas, los alumnos pueden entrenarse en el análisis y cuidadosa transcripción de los **procesos observados** (aparición de precipitados, calentamientos...) estableciendo semejanzas de comportamiento e iniciándose así en la caracterización fenomenológica de ciertas categorías de sustancias como, por ejemplo, los ácidos (que atacan los metales, etc.).

* Ello puede ser también ocasión para **clarificar términos** como “base”, “neutralización”... o para conocer el nombre de algunos elementos y compuestos, sin entrar, por supuesto, en el estudio de la formulación, pero dejando abierta la perspectiva de una sistemática para la designación significativa de los miles y miles de sustancias conocidas que existen.

* Se trata con ello de favorecer una cierta aproximación fenomenológica como la realizada por los alquimistas y los primeros químicos. Una **aproximación precientífica**, pero que puede asociarse a problemas simples como “¿qué sustancias atacan a los metales?”, “¿cómo saber si esta disolución tiene propiedades ácidas?”, “¿cómo saber si esta agua contiene muchos cloruros?”...

* Esta familiarización con el laboratorio químico ha de servir para la asimilación de las medidas sistemáticas de **seguridad**, incluyendo el entrenamiento en las pruebas “micro”, el uso de campana de gases, la atención a los vertidos, etc.

* Ello permite enlazar con los problemas de **contaminación** (aire, aguas, vertidos sólidos) remitiendo a la información recogida casi cotidianamente por la prensa sobre problemas como el de la lluvia ácida, etc.

* La discusión y el estudio de las **repercusiones de las transformaciones químicas** no debe reducirse, sin embargo, a los problemas de contaminación. Es preciso favorecer una reflexión más global sobre el papel de las transformaciones químicas, profundizando lo que ya se inició en la introducción. Es preciso tener en cuenta que el término “química” ha adquirido connotaciones peyorativas en el lenguaje corriente. La expresión “tiene química” se ha convertido en descalificación de un producto. Se trata de una visión muy simplista, sin duda, que olvida las **contribuciones de la química** en la obtención de productos de calidad o el papel de las reacciones químicas en los procesos vitales (respiración, digestión...).

Una discusión más matizada permitirá comprender que “todo es química”; es decir, que todas las sustancias que a diario manejamos son productos de reacciones químicas actuales o remotas, “espontáneas” o forzadas.

* Conviene pasar revista, a este respecto, a algunas de las grandes **industrias químicas**: desde la cerámica a los detergentes pasando por la farmacéutica, fibras sintéticas, plásticas, pesticidas, colorantes... Se puede recurrir para ello al manejo de información diversa, a la confección de *dossiers* sobre alguna industria particular, a las visitas a alguna industria próxima, etc.

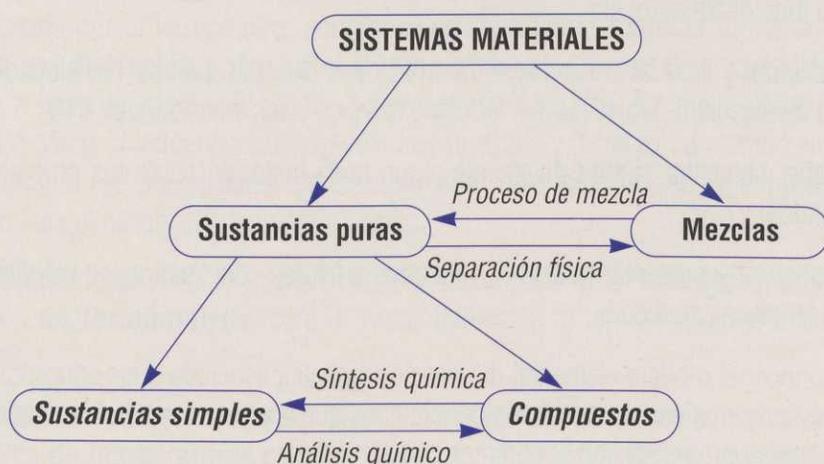
* También es posible —y muy conveniente— iniciar a los alumnos y alumnas en algún proceso químico elemental que resulte ecológicamente positivo, como pueden ser la fabricación de jabón a partir de residuos de aceite o el reciclado de papel.

* Este estudio de las reacciones químicas debe completarse ahora conectándolo con el problema de la estructura de la materia, que fue su punto de partida en nuestro hilo conductor. Se trata, pues, de pedir a los alumnos que intenten **explicar los cambios químicos a partir de las concepciones corpusculares** construidas en las unidades anteriores. Los alumnos proponen así un modelo elemental de reacción química como ruptura (mediante aportes energéticos) de las uniones que existen entre las partículas de unas sustancias y establecimiento de nuevas uniones para dar lugar a los productos. Ello conduce, además, a la introducción de los conceptos de **sustancia simple y compuesto**.

* El modelo puede profundizarse y afianzarse considerando, a título de hipótesis, cuáles podrían ser los **factores que determinan la mayor o menor rapidez con que tiene lugar la reacción**. Los alumnos pueden hacer referencia al grado de división de las sustancias (o a la intimidad del contacto de las partículas), a la concentración, etc. Estas predicciones pueden ser sometidas a prueba de forma cualitativa con reacciones elementales, viendo el efecto de pulverizar un reactivo o de calentar, etc.

* También cabe pedir que deriven consecuencias relativas a las **cantidades de sustancias que intervienen en una reacción**, lo que puede conducir a las hipótesis de conservación de la materia y de las proporciones definidas de los reactivos. La primera es susceptible de contrastes relativamente simples y permite hacer referencia a los trabajos de Lavoisier y a la importancia de los *principios de conservación y transformación* que a lo largo de los siglos XVIII y XIX irían fundamentando la idea de unidad de la materia.

* El modelo corpuscular de la estructura de la materia se ve así reforzado y, por otra parte, el **mapa conceptual** construido en la Unidad anterior sobre la diversidad de las sustancias, puede ahora completarse con la introducción de los conceptos de sustancia simple y de compuesto y los de análisis y síntesis, que surgen asociados a la interpretación de las transformaciones químicas. Dicho mapa puede quedar ahora así (siempre desde un punto de vista fenomenológico que tiene en cuenta el proceso de caracterización de las sustancias):



* El tema, desarrollado con esta óptica, puede constituir una introducción estimulante al mundo de la Química. La lectura de fragmentos de Lavoisier, de *El Químico Escéptico* de Boyle, etc., o de textos actuales, puede contribuir a reforzar el trabajo de los alumnos y a proporcionar una **visión cultural de la Química** en el tiempo, incluidas las notables interacciones CTS a las que ya hemos hecho referencia.

* El tema puede completarse, por último, considerando los problemas que el estudio realizado ha dejado abiertos y que constituyen perspectivas de **profundización**. Algunas cuestiones que los alumnos y alumnas pueden formular, como *¿cuáles y cuántos elementos hay?*, *¿existe algún orden que permita agruparlos?*, *¿Cómo controlar una reacción para que termine en el momento deseado?*, etc., hacen ver la conveniencia de seguir profundizando en la estructura de la materia y contribuyen a crear expectativas para el estudio de la Química en el segundo ciclo.

EN SÍNTESIS

Una vez más, utilizaremos esta síntesis final para revisar los aspectos más relevantes del estudio realizado. Podemos señalar así que los estudiantes han de ser capaces de:

- Dar criterios para distinguir entre una reacción química y un proceso de mezcla o un cambio de estado, así como entre una mezcla de sustancias elementales y el compuesto que esos elementos pueden formar.
- Manejar con corrección conceptos como sustancia pura, elemento, compuesto, análisis químico, síntesis...
- Realizar reacciones en tubo de ensayo tomando las medidas de seguridad pertinentes (incluidas las de protección de la pureza de los reactivos).
- Describir con detalle las transformaciones que tienen lugar en un proceso químico determinado.
- Reconocer fenomenológicamente si una sustancia dada es un metal, un ácido, etc.
- Realizar algún proceso químico elemental de interés práctico, como fabricar jabón o papel reciclado, preparar fuegos de artificio (no peligrosos), producir depósitos metálicos por electrólisis...
- Conocer algunas de las grandes industrias, sus aportes, los problemas asociados a su funcionamiento, etc.
- Sintetizar y analizar críticamente informaciones diversas (prensa, enciclopedias, libros de divulgación...) relativas a la industria química y sus interacciones CTS.
- Saber comentar significativamente algún texto histórico sobre los problemas estudiados.
- Construir y presentar pósters y pequeños artículos con "aspiración científica" sobre la temática estudiada.
- Conocer el modelo elemental de reacción química asociado a las concepciones atomísticas, pudiendo predecir las condiciones que favorecen una determinada reacción o criticar propuestas no coherentes con el modelo.

- Conocer el principio de conservación de la materia y la ley de las proporciones definidas y saberlos aplicar en problemas elementales.
- Indicar algunos problemas relacionados con las transformaciones químicas que demanden posteriores estudios de profundización en la estructura de la materia.

* La introducción de esta Unidad puede realizarse atendiendo a diversos hilos conductores. Aquí hemos elegido incluirlo tras las transformaciones químicas, aprovechando el papel que juega en dichas transformaciones; de ahí el título adoptado (*Papel del calor en la transformación de las sustancias*). Conviene hacer reflexionar, con este propósito, sobre lo que supuso para la humanidad el descubrimiento y la utilización del fuego, que permitió pasar del simple y precario aprovechamiento de la Naturaleza a la transformación activa de la misma. Puede, pues, ser útil comenzar debatiendo el papel jugado por **el calor en nuestras vidas**.

Esta discusión de los alumnos resultará, sin duda, confusa (mostrando la falta de distinción entre calor y temperatura), pero permitirá dejar clara la relevancia del estudio al que se va a proceder, gracias a los numerosos ejemplos que pueden citar.

* El estudio del calor puede ahora proseguir con una primera revisión de la **fenomenología del calor** que los alumnos y alumnas pueden realizar a partir de sus experiencias cotidianas y de lo que han ido viendo en los temas anteriores. Aunque dicha revisión resultará, sin duda, incompleta, incluirá referencias a la dilatación, a los cambios de estado, al paso de calor de las sustancias “calientes” a las “frías” y permitirá plantear en qué podría basarse la construcción de un instrumento de medida.

* Conviene detenerse en el proceso de **construcción de un instrumento de medida** a partir de la constatación de que las sensaciones fisiológicas de calor y frío, además de ser puramente cualitativas, conducen a conclusiones erróneas a menudo. Aunque los alumnos hacen referencia, casi exclusivamente, a la dilatación de los líquidos como fundamento de los termómetros, puede ser útil recordar la existencia de otro tipo de instrumentos, como los pirómetros ópticos utilizados en los hornos, etc., lo que permitirá una reflexión acerca de los límites de aplicabilidad de los instrumentos y sobre la necesidad de distintos fundamentos para intervalos diferentes, etc.

* La introducción de la temperatura como medida del “estado térmico” de los cuerpos, proporcionada por el termómetro, permite a los alumnos, como ocurrió históricamente, establecer una **distinción entre calor y temperatura**, que antes de la invención del termómetro, a fines del siglo xvii, estaban totalmente confundidos. Es, pues, una buena ocasión para mostrar la influencia que algunos instrumentos y técnicas han tenido en el desarrollo científico (se puede hacer pensar, por citar otro ejemplo, en la importancia del telescopio para el desarrollo de la Astronomía).

* Esta introducción del termómetro puede ir acompañada del **manejo** en clase de distintos tipos **de termómetros** (para distintos intervalos, o termómetros de máxima y de mínima, etc.).

* Puede ser interesante plantear algunos **problemas que conduzcan a la lectura sistemática de temperaturas** como, por ejemplo, la detección de las “islas de calor” que

Unidad 11: *Papel del calor en la transformación de las sustancias. Nacimiento de la Ciencia del Calor*

representan nuestras ciudades, o el establecimiento del perfil de temperaturas a lo largo del día o en diferentes épocas del año, o incluso iniciar a los alumnos y alumnas en el uso de pequeñas estaciones meteorológicas.

* El termómetro permite ahora profundizar en la fenomenología del calor. Se puede proceder así a pequeñas **investigaciones** en torno a los intercambios de calor entre cuerpos en contacto, la dilatación o los cambios de estado. Ello se convierte en ocasión para que los alumnos formulen hipótesis, conciben diseños experimentales, etc., y cotejen después sus resultados con la información existente al respecto.

* Quizá se puede utilizar este dominio relativamente simple de la fenomenología del calor para introducir los **tratamientos cuantitativos** y comenzar a mostrar así el papel tan esencial que juegan en los estudios científicos.

* También puede ser interesante llevar a los alumnos a plantearse, a título de hipótesis, cuál puede ser la **naturaleza del calor** (“*eso que pasa de los cuerpos calientes a los fríos, que dilata a los cuerpos, etc.*”). No es difícil imaginar que surjan ideas próximas a las de la teoría del calórico, que contemplaba el calor como una sustancia constituida por un tipo especial de partículas. El profesor puede presentar en este momento dicha teoría, reforzando así el trabajo del alumnado y solicitando que la manejen para explicar detalladamente los fenómenos caloríficos estudiados.

* A continuación se puede solicitar la explicación de la aparición de calor mediante fricción... y por qué el calor “*que contiene un cuerpo*” no se agota por mucho que frotemos. La dificultad insuperable que supone este resultado para la idea de calor como sustancia contenida en los cuerpos obliga a concebir **otras hipótesis** sobre la naturaleza del calor y lleva a asociar el calor con el **movimiento de las partículas**, idea que el profesor puede reforzar convenientemente proporcionando documentación adecuada y resaltando lo que tiene todo el proceso de ejemplo paradigmático de surgimiento, desarrollo y crisis de una teoría, que acaba siendo desplazada por otra más potente. Puede anunciarse a este respecto que, como se verá en el segundo ciclo, el calor acabará integrándose en una teoría extraordinariamente potente (la Mecánica) que abarca, entre otros, desde el movimiento de los astros y de cualquier objeto terrestre a la fundamentación de las máquinas construidas para realizar trabajo, la producción y propagación del sonido, el comportamiento físico de los líquidos y de los gases (tan fundamental en Meteorología), etc. Vale la pena, sin duda, resaltar todo lo que supuso la construcción, en apenas dos siglos, de este portentoso edificio teórico (que aquí comenzamos a esbozar y que se mostrará plenamente en el segundo ciclo): desde la evolución de las ideas (con el cuestionamiento sistemático de dogmas asumidos acríticamente) a fundamentales aplicaciones técnicas (¡conviene ir creando expectativas!).

* Resulta fundamental, por otra parte, considerar las **aplicaciones** de los estudios realizados en torno al calor. Así, la dilatación puede asociarse a numerosas aplicaciones (juntas de dilatación en puentes, vías férreas...; fundamento de las calefacciones centrales basadas en las corrientes convectivas; explicación de las brisas...).

* Una atención especial merece la **dilatación “anómala” del agua** y sus implicaciones en la vida sobre la Tierra (lo que puede relacionarse con la discusión del efecto invernadero y la repercusión que tendría un aumento de temperatura que fundiera los casquetes polares).

* También son particularmente importantes las implicaciones de la **asociación calor/movimiento**, que condujeron hace dos siglos (y debe conducir a los alumnos) a

estudiar la posibilidad de obtener “movimiento ordenado” mediante calor. Los alumnos pueden construir turbinas de vapor elementales y es muy conveniente volver a insistir en la influencia que dichas máquinas ejercieron en la **primera revolución industrial**, sustituyendo el trabajo de centenares de miles de personas esclavizadas por horarios de doce y más horas (particularmente mujeres y niños) en industrias como la textil, o haciendo posible la construcción de las primeras locomotoras de vapor que iban a revolucionar el transporte, etc.

* Se debe completar esta visión retrospectiva con la consideración del paro masivo generado por estas máquinas de vapor y el rechazo que provocaron entre los trabajadores (que llegaron, como los barqueros del Rijn, a preconizar su destrucción). Y también con el problema del consumo, iniciado en esta época, de combustibles fósiles, no renovables y muy contaminantes. Este tema nos ofrece así (lo que no es uno de sus menores méritos) un buen ejemplo del **carácter contradictorio de los avances científicos**, la importancia de las interacciones CTS, la necesidad de *toma de decisiones* que van más allá de los aspectos puramente técnicos, etc.

EN SÍNTESIS

Ya hemos señalado que este tema se presta a tratamientos cuantitativos elementales, por lo que los alumnos han de ser capaces de:

- Realizar medidas sistemáticas de temperatura.
- Construir e interpretar gráficos.
- Manejar las ecuaciones del intercambio calorífico para predecir la temperatura de una mezcla.

No conviene, sin embargo, que este tratamiento cuantitativo desplace a otros aspectos igualmente esenciales con los que los alumnos han de familiarizarse, como son:

- Las interpretaciones significativas (cualitativas) de las leyes establecidas (relacionadas con hipótesis que los alumnos han de poder fundamentar, etc.).
- La consideración de la importancia práctica de fenómenos como la dilatación, cambios de estado, relación calor/trabajo, etc., y de todos los problemas de interacción CTS implicados (algunos tan relevantes como el consumo de combustibles fósiles no renovables).
- La realización de pequeños estudios medioambientales (plasmables en pósters o en artículos con “aspiración científica”).
- La construcción y manejo de prototipos de máquinas térmicas (como pequeñas turbinas), asomándose a las “antiguas” máquinas de vapor, etc.

Una mirada hacia los cielos: ¿Un Universo perfecto e inmutable?

Conviene recordar, ante todo, que el currículo oficial de Ciencias de la Naturaleza para la Educación Secundaria Obligatoria aconseja dejar para el 4.º curso el estudio de la Gravitación Universal y, en relación con ella, el tratamiento del problema de la posición de la Tierra en el Universo. Estamos de acuerdo, por supuesto, en que la Síntesis Newtoniana debe presentarse en el 4.º curso como culminación de ese portentoso edificio teórico que vino a desplazar la Física aristotélico-escolástica y a derribar la supuesta barrera Cielo/Tierra, mostrando que las mismas leyes que explican los movimientos terrestres son aplicables a los astros.

* Consideramos necesario, sin embargo, no posponer hasta ese último curso una primera aproximación al estudio de los **movimientos celestes** y del **lugar de la Tierra** en el firmamento. Y ello por dos tipos de razones: primero, porque al ser optativo el estudio de las ciencias en el 4.º curso de la ESO, una buena parte del alumnado puede acabar sus estudios sin haber abordado una de las cuestiones que más impacto ha tenido en las concepciones de la Humanidad sobre su lugar en el Universo. Y, en segundo lugar, porque la atención hacia los cielos se remonta a los orígenes de la Historia: frente a la diversidad y los continuos cambios de los objetos terrestres, el firmamento ha sido contemplado como expresión de lo regular y permanente. De hecho, la atención de los estudiosos se centró mucho más en la descripción de los movimientos celestes (cuya repetición cíclica posibilitaba la medida del tiempo, facilitaba la orientación, etc.) que en la de los terrestres (en los que no se apreciaban regularidades de interés).

* La observación del firmamento tiene, además, otras connotaciones culturales que entroncan con la mitología, el interés por lo que está "más allá" o el simple disfrute estético.

Consideramos muy conveniente, pues, atraer de nuevo la atención hacia el **firmamento**, una atención que nuestras ciudades dificultan (haciéndonos perder uno de los paisajes más hermosos que la Naturaleza nos ofrece) y que la escuela a menudo olvida, desperdiçando su **potencialidad motivadora y educativa**.

* De hecho, la discusión de los alumnos sobre qué estudiar del firmamento y por qué, remite a la **observación de los astros** que más destacan y su movimiento, tanto por las posibilidades que ello ofrece para la medida del tiempo o para la orientación espacial como para la comprensión de ese vasto Universo y del lugar de la Tierra en el mismo. Se puede hacer referencia a las dramáticas controversias que esta última cuestión ha generado a lo largo de la Historia, provocando condenas e incluso muertes y constituyendo un **ejemplo paradigmático** de cómo los estudios científicos pueden constituir una apasionante aventura.

* Es posible, por último, que los alumnos y alumnas planteen cuestiones sobre la extensión del Universo, su origen, futuro previsible... que remiten a una iniciación (puramente divulgativa) a la **Cosmogonía**.

* Insistimos, por nuestra parte, en que el tratamiento de este módulo permite una actividad observacional muy atractiva para los jóvenes, que puede completarse con **visitas a planetarios**, visionado de documentales, manejo de programas informáticos, o la construcción y manejo de algunos instrumentos sencillos.

Introducción:
¿Qué estudiar sobre el firmamento y por qué?

Unidad 12:
*Descripción
del
firmamento.
Primeras
ideas
sobre el lugar
de la Tierra
en el Universo*

* Una panorámica de las Ciencias de la Naturaleza como la que se intenta ofrecer en la Educación Secundaria Obligatoria resultaría gravemente incompleta, pensamos, si no incluyera el estudio de algunas cuestiones sobre Astronomía que han desempeñado un papel crucial en la historia de las civilizaciones. Baste recordar, como ya hemos hecho en la introducción, la importancia de las observaciones astronómicas en la medida del tiempo y en la orientación espacial. Pero quizá fuera útil, en primer lugar, llamar la atención sobre el carácter divino que las civilizaciones primitivas atribuyeron a los astros —y muy particularmente al Sol— y solicitar a los estudiantes posibles explicaciones a este hecho. Ello ayudaría a comprender que nuestros actuales **conocimientos científicos** tienen, a menudo, un origen nebuloso que se confunde con **concepciones míticas**. Y sería ocasión de aproximarse a viejos textos y tradiciones de una indudable belleza, donde se vislumbran los primeros intentos de comprensión de nuestro complejo Universo.

* Esta llamada de atención hacia el firmamento constituye una ocasión para hacer observaciones sistemáticas, cuidadosas y *funcionales* que la vida moderna en las ciudades ha limitado gravemente. Se puede comenzar con la **descripción del movimiento aparente del Sol** y la utilización de este conocimiento para aprender a **orientarse temporal y espacialmente** (tarea en la que los alumnos y alumnas encuentran no pocas dificultades).

* Este trabajo puede ir seguido con la **observación del cielo nocturno**, la **detección de algunos objetos destacables** y la **realización de nuevos ejercicios de orientación**.

* Los resultados de los ejercicios de orientación pueden ser cotejados con la ayuda de una **brújula**, dando entrada así a un instrumento cuyo papel en los grandes descubrimientos geográficos puede ser resaltado.

* No es posible, naturalmente, que los alumnos procedan a una observación sistemática del cielo nocturno (a distintas horas de la noche y en diferentes épocas del año), pero algunas observaciones puntuales pueden ser reforzadas con el uso de los planisferios, que contienen una abundante información visual. Conviene, pues, familiarizar a los alumnos en el **uso de los planisferios** (tanto para contrastar la validez de sus observaciones como para realizar predicciones destinadas a una verificación posterior).

* El estudio del movimiento de los astros a lo largo de varias noches (realizado, además de por la observación directa, con ayuda de fotos, documentales o algún programa informático) permite constatar que la mayoría de los astros mantienen las distancias relativas en su giro diario, pero que algunos siguen una evolución más irregular. Los alumnos pueden así reconocer el **movimiento errático** de lo que los griegos llamaron, precisamente, **“planetas”** (es decir, “errantes”), preparándose para abordar lo que constituyó durante siglos uno de los problemas clave de la Astronomía.

* Antes de plantear dicho problema, es decir, antes de proceder a estudiar las posibles interpretaciones de los movimientos, conviene **profundizar en las observaciones**. Los alumnos y alumnas pueden así detectar los distintos brillos y colores de las estrellas, su titileo o parpadeo (que no se produce en los planetas), etc., dando pie a algunas explicaciones cualitativas. Ello puede contribuir, además, a potenciar la satisfacción estética por la contemplación del paisaje celeste.

* También puede ser interesante también plantear la cuestión de si se modificará o no el **mapa celeste** observado desde distintos puntos de la Tierra, lo que remite a la discusión sobre su esfericidad y conduce a comprender el porqué de que la Estrella Polar, por ejemplo, no será visible en el hemisferio Sur. Algunas fotos, documentales, etc., permiten constatar la diferencia del cielo observado desde ambos hemisferios y plantear la importancia de estas diferencias en la época de los grandes descubrimientos.

* La cuestión de la esfericidad terrestre merece una cierta atención para que los alumnos puedan comprender la importancia que en su momento tuvieron los estudios que cuestionaron la aparente planitud de la Tierra. Observaciones de la forma en que un barco desaparece en el horizonte (y otras más sofisticadas sobre las sombras proyectadas en un mismo instante por dos varitas verticales situadas en dos lugares distantes) permitieron afirmar la esfericidad de la Tierra (e incluso calcular su radio... ¡hace más de dos mil años!). Naturalmente, hoy poseemos fotos del planeta realizadas a una distancia suficiente para poder apreciar, sin lugar a dudas, esta esfericidad, pero ello no debe llevarnos a olvidar la importancia de las aportaciones de quienes, como Eratóstenes, fueron capaces de intuirlo y probarla.

* Señalemos, finalmente, el interés de **utilizar telescopios** y extender las observaciones más allá del sistema solar, reconociendo galaxias, etc.

* Todo el trabajo de observación realizado debe completarse con **esfuerzos de interpretación** que estuvieron presentes desde las primeras observaciones. Es cierto que los alumnos y alumnas conocen ya (aunque más o menos superficialmente) el modelo heliocéntrico, pero se trata de ayudarles a profundizar en ese conocimiento y a **rehacer, en cierto modo, la extraordinaria aventura que supuso el paso del geocentrismo al heliocentrismo**. Creemos conveniente, pues, pedir a los alumnos cuál sería la interpretación más razonable, en principio, de las observaciones realizadas, apoyando dicha interpretación con el máximo de argumentos e indicando también las posibles dificultades. Este trabajo permitirá comprender las virtualidades del **modelo geocéntrico** y por qué fue durante muchos siglos la interpretación generalmente aceptada (persistiendo, parcialmente al menos, en algunas preconcepciones detectadas en este campo, que pueden así hacerse explícitas).

* Conviene reforzar las aportaciones de los alumnos y alumnas con una sucinta presentación del modelo aristotélico-escolástico, resaltando algunas de sus tesis básicas, como la diferencia radical entre el mundo supra-lunar (*"poblado de objetos perfectos que se mueven permanentemente con movimiento también perfecto en torno a la Tierra en reposo"*) y el infra-lunar (en el que objetos imperfectos tienden al reposo en su "lugar natural"). Puede ser interesante **solicitar argumentos a los alumnos que apoyen la supuesta diferencia esencial entre los mundos celeste y terrestre**, antes de detallar las tesis aristotélicas, que suponen una interpretación global y "de sentido común" de las mecánicas celeste y terrestre.

* Se puede, por último, resaltar el esfuerzo realizado por los griegos para cuantificar las **predicciones del modelo geocéntrico**, aunque sólo en lo que se refiere al movimiento de los astros (puesto que los movimientos terrestres eran considerados esencialmente irregulares, no traducibles a leyes). Como se ha señalado por los historiadores de la ciencia, el genio matemático de los griegos mostró toda su potencia en esta tarea, plasmada en la obra de Ptolomeo que los árabes llamaron el *Almagesto* (es decir, *"el mejor de los libros"*). En él se consigue explicar las observaciones astronómicas como resultado de uno

o más movimientos circulares uniformes simultáneos que cada esfera celeste realizaría alrededor de la Tierra (o alrededor de puntos que a su vez giran alrededor de la Tierra). El modelo iba a permanecer vigente durante cerca de dos mil años, permitiendo predicciones que se ajustaban aceptablemente a las observaciones.

Sin embargo, un edificio tan sólidamente construido comenzó a resquebrajarse a principios del siglo xvi, y su hundimiento se convirtió en el paradigma de lo que supone una revolución científica. El siguiente tema abordará este extraordinario proceso.

EN SÍNTESIS

Esta iniciación al estudio del firmamento ha de permitir al alumnado:

- Familiarizarse con el paisaje celeste, pudiendo reconocer (a simple vista o utilizando telescopios) los objetos más destacables (algunas constelaciones, planetas, galaxias...).
- Conocer algunas interpretaciones mitológicas que impregnaron los primeros conocimientos acerca de los cielos y, sobre todo, comprender el papel que esas visiones míticas han representado en la historia de las culturas.
- Distinguir las estrellas de los planetas (tanto por la falta de titileo de éstos como por su movimiento errático).
- Saber manejar planisferios (para contrastar la validez de sus observaciones astronómicas, conocer el aspecto del cielo que se puede ver desde otros lugares, etc.).
- Poder argumentar la esfericidad de la Tierra (tan relacionada con las diferencias de los mapas celestes vistos desde distintos lugares).
- Saber orientarse, tanto con la guía del Sol como de las estrellas, y poder comprobar la validez de estas orientaciones con ayuda de una brújula.
- Conocer con algún detalle las interpretaciones geocéntricas y los argumentos dados en su favor (pudiendo construir esquemas gráficos o, incluso, alguna maqueta elemental).
- Comprender la vinculación de estas concepciones con el sentido común y, en definitiva, las razones de su prolongada vigencia.

Unidad 13: Dificultades del modelo geocéntrico. La Revolución Copernicana

* Conviene comenzar recordando que el modelo geocéntrico aspiraba a expresar de forma rigurosa, matemática, las leyes permanentes de los movimientos “perfectos” de los astros. Desde ese punto de vista, cualquier discrepancia apreciable entre las predicciones del modelo y las observaciones astronómicas (progresivamente más afinadas) conducía a retoques puntuales del mismo (introduciendo nuevos epiciclos, etc.). En la época de Copérnico se llegó así a necesitar hasta 70 (!) movimientos circulares simultáneos de las esferas celestes, sin que las discrepancias entre las predicciones y los datos, tomados cada vez con mayor precisión, desaparecieran. Es importante que los alumnos puedan apreciar estas **dificultades del modelo geocéntrico** como origen del trabajo de Copérnico. Puede ser útil la lectura de fragmentos de la obra *De revolutionibus*, en la que Copérnico parte de dichas dificultades y expone su búsqueda de otras posibles explicacio-

nes más satisfactorias, recurriendo como inspiración, conviene notar, a la historia de las ideas. Merece destacarse esta actitud de duda en lo que parece obvio (transformando las evidencias en simples hipótesis de trabajo) y de libertad para imaginar diversas soluciones tentativas, que prefigura una de las características básicas de las estrategias del trabajo científico.

* Es importante que los alumnos y alumnas reflexionen sobre las posibles **dificultades del modelo heliocéntrico**, lo que permitirá contemplar algunas de las objeciones previstas por el propio Copérnico y hacer emerger preconcepciones bien conocidas, sin duda compartidas por los estudiosos de la época, como, por ejemplo, *¿por qué si la Tierra se mueve no se quedan atrás la atmósfera u otros objetos móviles?*

* Este análisis de las propuestas de Copérnico y las dificultades encontradas debe hacer comprender el rechazo sufrido por el modelo heliocéntrico y, lo que todavía es más importante, mostrar que una teoría no se abandona por la existencia de alguna dificultad puntual, sino que se precisa un largo proceso de cuestionamiento global, con abundante apoyo experimental y la edificación de un nuevo cuerpo de conocimientos capaz de dar respuesta a las dificultades.

De hecho, la obra de Copérnico introducía una solución *tentativa* en la que era interesante profundizar, pero algunas dificultades persistían (continuaban apareciendo discrepancias entre las predicciones y las observaciones) e incluso se introducían nuevas dificultades relativas a la comprensión de los movimientos terrestres) que contradecían el sentido común y que todavía no era posible explicar.

* No debe minusvalorarse, por supuesto, la influencia de la oposición de la Iglesia, que incluyó el libro en el *Index Librorum Prohibitorum*. Ello puede constituir una buena ocasión para discutir la cuestión crucial de los **enfrentamientos entre distintas concepciones** y dejar claro que el problema no reside en las discrepancias (legítimas y, a menudo, fecundas), sino en el derecho que algunos se otorgan (y ejercen) para imponer sus propias tesis a los demás y perseguir las contrarias. Una buena introducción a este debate puede ser la **proyección de alguna película sobre Copérnico o Galileo** (por ejemplo, las obras de Cavani o Losey) o la representación por los propios estudiantes de la obra de Bertold Brecht.

* Cabe contemplar ahora algunos de los apoyos recibidos por las ideas de Copérnico a lo largo de un dilatado período que incluye la muerte en la hoguera de Giordano Bruno y la condena de Galileo. El uso del telescopio permitió a Galileo conocer algunos hechos que entraban en contradicción con las tesis geocéntricas. Se puede plantear a los alumnos: **¿qué tipo de observaciones astronómicas podrían cuestionar las tesis geocéntricas?** (según las cuales los objetos celestes supralunares constituyen esferas perfectas que giran con movimientos perfectos alrededor de la Tierra). Ello conduce a los alumnos (y, en su defecto, al profesor) a contemplar la posibilidad de:

- La detección de irregularidades (montañas, etc.) en la superficie de algún objeto celeste.
- El descubrimiento de satélites alrededor de algún astro diferente a la Tierra.
- El descubrimiento de cometas, con movimientos absolutamente alejados del circular uniforme, en la zona supralunar de la “materia perfecta”.

Todos estos hechos fueron observados por Tycho Brahe, Galileo, etc., y los alumnos pueden **replicar**, con ayuda de un telescopio sencillo, **las observaciones de Galileo**, detectando las irregularidades de la superficie lunar o los satélites de Júpiter. Sin embargo, tampoco estos estudios consiguieron convencer a muchos astrónomos ni, lo que sin duda era más grave, a la Santa Inquisición.

* Fue necesario cerca de un siglo más para que acabara hundiéndose la supuesta barrera Cielo/Tierra, como resultado de numerosos estudios convergentes tanto en el campo de la Astronomía como en el de la comprensión de las leyes del movimiento. Pero ésta es una parte de la Historia que retomaremos en el 4.º curso de la E.S.O. con todos aquellos alumnos y alumnas que consideren interesante proseguir esta extraordinaria aventura (si hemos sido capaces de estimular el deseo de profundizar en el conocimiento científico).

EN SÍNTESIS

Con este tema —que completa una iniciación elemental al estudio del firmamento— se pretende conseguir que los alumnos y alumnas lleguen a:

- Apreciar las dificultades del modelo geocéntrico.
- Conocer y poder realizar algunas observaciones astronómicas que cuestionan las tesis geocéntricas (irregularidades de la superficie lunar, satélites de Júpiter...).
- Presentar con alguna precisión las tesis heliocéntricas, conociendo los argumentos de Copérnico en favor de las mismas, etc.
- Explicar el rechazo sufrido por el modelo heliocéntrico y comprender las dificultades de los cambios de paradigmas teóricos.
- Adquirir una actitud de aceptación de las divergencias y conflictos (reconociendo el papel fecundo que los mismos pueden jugar en la evolución de las ideas) y de rechazo de los dogmatismos que intentan imponer por la fuerza una determinada concepción.
- Reconocer algunas de las nuevas dificultades que el modelo heliocéntrico parecía introducir (en particular con relación al movimiento de los objetos terrestres) y concebir expectativas positivas para profundizar en el estudio de estas cuestiones durante el segundo ciclo de la E.S.O.

Recapitulación y perspectivas

Al destacar la *recapitulación y perspectivas* queremos llamar la atención sobre la importancia de esta actividad, que permite conectar con el hilo conductor de la tarea que se está realizando y evitar la pérdida de una visión global que dé sentido a dicho trabajo.

No creemos, naturalmente, que baste con una recapitulación final, sino que consideramos necesario realizar periódicas recapitulaciones cada vez que se vislumbre el peligro de dispersión y desorientación. Ello permitirá que el hilo conductor vaya afirmándose y que las sucesivas contribuciones encuentren su sitio en un marco general. Conviene, sin embargo, realizar síntesis más detenidas al final de cada uno de los cuatro apartados que hemos contemplado en esta programación, que permitan globalizar los conocimientos —con actividades como la confección de mapas conceptuales, pósters, etc.— y considerar con algún detenimiento las tareas pendientes y perspectivas abiertas que puedan dar sentido a ulteriores profundizaciones.

Queremos insistir en la importancia de este trabajo de recapitulación y en la necesidad de prever un tiempo suficiente para el mismo, aunque ello suponga, inevitablemente, recortar el tratamiento de alguno de los temas previstos. Lamentablemente, es bastante frecuente ver cómo los profesores y profesoras empleamos los últimos días de un curso para tratar de forma precipitada algunos últimos puntos del temario, siempre muy importantes, pero que difícilmente dejarán otra huella que la de un confuso apresuramiento que termina abruptamente el último día de clase.

Frente a ello, consideramos necesario evitar la introducción de nueva materia en, digamos, las dos últimas semanas del curso, y dedicarlas a una revisión y recapitulación general acompañada, si es posible, por una *presentación de productos* (sesiones “póster”, exposición de materiales, etc.). Con ello se pretende reforzar la idea de haber realizado una auténtica tarea colectiva, cuyas perspectivas son analizadas con vistas a generar expectativas positivas hacia futuros estudios.

Como ya se ha indicado en el apartado "Presentación" (página 11), procederemos aquí a mostrar en dos unidades didácticas los criterios curriculares expuestos al principio. De acuerdo con dichos criterios, cada Unidad didáctica ha sido concebida como un **programa de investigación**, es decir, como un programa-guía de actividades para realizar por los equipos de alumnos, con la ayuda/dirección del profesor o profesora.

En las páginas que siguen reproducimos ambos programas acompañados de comentarios a las distintas actividades que intentan explicar cómo concebimos su desarrollo en el aula, lo que se persigue con cada actividad, las dificultades que pueden aparecer, etc.

Para facilitar la lectura de los materiales reproducidos y, al propio tiempo, evitar confusiones entre lo que es el texto proporcionado a los alumnos y lo que constituyen comentarios para los profesores, hemos utilizado diferentes tipos de letra: la **letra redonda** y un **poquito más remarcada** corresponde a las actividades propuestas (designadas como **A.1, A.2...**); en el resto del texto que acompaña a las actividades, destinado también al alumnado, se ha utilizado una letra similar, aunque menos marcada; los comentarios para el profesor, por su parte, siempre aparecen en cursiva.

Digamos para terminar que hemos elegido dos temas de características diferentes. El primero de ellos ("Iguales pero diferentes: la regularidad y la diversidad humanas") constituye una Unidad especialmente novedosa que intenta destacar temas transversales relacionados con la salud, la identidad personal, la modificación del comportamiento, etc.

La segunda Unidad ("Los gases: una aproximación al conocimiento de la estructura de la materia") supone un intento de adaptación de un tema más clásico. En ambos casos, sin embargo, hemos intentado **destacar los aspectos susceptibles de favorecer el interés de los alumnos** y de proporcionar a la tarea las características de iniciación a los tratamientos científicos que consideramos adecuada para este primer ciclo.

Desarrollo de la Unidad 4: *Iguals pero diferentes: la regularidad y la diversidad humanas*

Introducción

“... que cada mañana de nuestras vidas podamos reencontrar, al mirarnos a los ojos, al adolescente que todavía vive dentro de cada uno de nosotros, al adolescente que no ha renunciado a vivir con ilusión y amar la vida de cada día, único camino para conseguir hacer más fácil la vida a cualquier edad.”

MIQUEL MARTÍ I POL

¿Cómo es posible que todas las personas seamos iguales y al mismo tiempo todas diferentes? Parece un contrasentido y, sin embargo, no lo es.

Si observamos un grupo de personas, de una nación o raza alejada de la nuestra, no logramos distinguir las bien unas de otras y nos parecen todas iguales; sin embargo, al acercarnos y fijarnos detenidamente en ellas, vemos que no es así.

No nos ocurre lo mismo cuando estamos delante de un grupo conocido de amigos, compañeros o familiares, ya que los identificamos con rapidez y por rasgos tan leves como la nariz, las manos, la voz, las gafas que usan, la forma de andar, de vestirse, de comportarse, etc. En este grupo encontramos fácilmente las posibles diferencias que existen entre sus componentes.

Nos parecemos a nuestros padres y familiares y tenemos más semejanzas con quienes viven en lugares cercanos al nuestro que con quienes se encuentran en lugares lejanos. En general, a mayor distancia geográfica hay mayor diferencia. Por ejemplo, si seguimos los paralelos terráqueos, en lugares cercanos al Ecuador la piel es más oscura, y cuando más al Norte, la piel es más blanca, aunque esta regla tiene excepciones.

Pero... ¿al parecido físico le corresponde una semejanza de carácter o de comportamiento? ¿A qué se deben las similitudes y diferencias que tenemos entre nosotros? ¿Pode-

mos ser y comportarnos como queramos? ¿Podemos influir en nuestro aspecto físico exterior? ¿Nos gusta cómo somos, o nos gustaría cambiar? ¿Es posible mejorar nuestra calidad de vida, esto es, vivir mejor?

Son preguntas importantes para hacerse precisamente en este momento en el que estáis en una etapa de crecimiento, de desarrollo, de maduración y en la que se está conformando vuestra manera de ser. Son muchos los aspectos que uno mismo puede contribuir a modificar, pero también son muchas las cosas que no podemos alterar y por lo tanto debemos aceptar. Por este motivo, tenemos que admitir que las personas que nos rodean sean diferentes a nosotros. ¡Cuán aburrido podría ser un mundo en el que todos fuéramos iguales, pensáramos de la misma forma, tuviéramos los mismos gustos, las mismas caras, las mismas expresiones... ¿Dónde estaría la identidad de cada uno de nosotros? ¿De quién nos enamoraríamos? ¿Quién nos gustaría lo bastante como para brindarle nuestra amistad? ¿Qué podríamos aportarnos los unos a los otros?

Es bueno que existan diferencias entre las personas, pero no podemos olvidar que es mucho más lo que tenemos en común que lo que nos separa, es decir, aun siendo diferentes, esencialmente todos somos iguales. Éste va a ser el motivo de estudio de la Unidad didáctica: la igualdad y diversidad que existe en la especie humana. Para ello te proponemos reflexionar sobre los siguientes grandes apartados:

1. ¿Cómo es nuestro cuerpo?

Donde podemos estudiar lo que tenemos en común las personas, esto es, la constitución y funcionamiento de nuestro cuerpo, en definitiva, nuestras semejanzas.

2. ¿Por qué nuestro cuerpo es así?

Intentaremos observar las diferencias que existen entre nosotros, motivadas por la herencia que recibimos de nuestros padres. Diferencias permanentes, por tanto.

3. ¿Por qué nos comportamos como lo hacemos?

Cada uno tiene una historia personal de crecimiento, desarrollo y maduración, tanto física, como psíquica y social. Según como se haya desarrollado la misma, así seremos nosotros, ya que nuestro comportamiento depende, además de la herencia recibida y del ambiente en el que hemos nacido y crecido, del aprendizaje que hayamos realizado.

4. ¿Cómo mejorar nuestra calidad de vida?

¿Qué problemas son los que, en estos momentos, nos afectan más? ¿Qué podemos hacer personalmente para solucionarlos y mejorar nuestro bienestar y calidad de vida?

A través de esta Unidad didáctica veremos que una causa importante de la diversidad humana reside en el ambiente donde vivimos, en nuestra capacidad de aprendizaje y en la voluntad en tomar ciertas decisiones, de ser y comportarnos de una forma o de otra, es decir, en nuestro estilo de vida.

A.1. Para empezar...

- De manera individual, indica del siguiente listado de temas cuáles son los que más te inquietan o te interesan en la actualidad. En caso de que no aparezcan recogidos algunos que despierten tu interés, añádelos a la lista.

- Indica tu grado de interés poniendo una cruz en la columna correspondiente.

PARA EMPEZAR			
	<i>Nada</i>	<i>Poco</i>	<i>Mucho</i>
Tu imagen corporal			
Las relaciones con las amigas y amigos			
Las relaciones con el padre y la madre			
Los resultados escolares			
La justicia			
La violencia sexual			
El sida			
Las guerras			
El hambre en el mundo			
El deterioro del medio ambiente			
La elección de estudios y de profesión			
Las relaciones sexoafectivas			
La marginación de los oprimidos			
La política y sus influencias en nuestra vida común			
Los deportes			
Los riesgos de embarazo			
Los accidentes			
La salud			
La música			
La literatura			

Comentario A.1. La actividad que se presenta no pretende ser un cuestionario para averiguar las ideas previas de los alumnos sobre los temas expuestos, sino una especie de termómetro donde puedan reflejar su grado de interés por una serie de temas; interés que consideramos un elemento fundamental que ha de tener en cuenta el profesorado a la hora de organizar con éxito una secuencia didáctica.

Si admitimos la diversidad de las personas, nuestros estudiantes cambian cada año, por lo que aun dentro de ciertos parámetros conocidos, sus intereses y motivaciones pueden ser distintos de un curso al siguiente, y debemos averiguar su punto de partida para planificar adecuadamente nuestras estrategias de enseñanza y aprendizaje. Ello significa que la Unidad didáctica que preparemos debe ser capaz de asumir los cambios e incorporarlos a su secuencia, sin menoscabo de los objetivos previstos en ella, antes al contrario, enriqueciéndolos y contextualizándolos.

El "leit motiv" de nuestro trabajo es la unidad y diversidad humana desde una perspectiva de promoción de unos estilos de vida saludables. Existen muchas posibilidades de tratamiento, porque son muchos los comportamientos posibles.

En nuestra Unidad hemos elegido aquellos que, según las estadísticas, más interés e importancia tienen para los jóvenes. Se desarrollan sobre todo en el último apartado lo que supone un tiempo para que el profesorado perfile, seleccione, complete y prepare los temas elegidos y que aquí, a modo de ejemplo, se presentan.

¿Cómo es nuestro cuerpo?

Caracteres generales de la naturaleza humana

Si nos detenemos un momento a pensar en nosotros mismos y en las personas que nos rodean, en los seres humanos en general, nos encontramos sorprendidos por una aparente contradicción de la naturaleza de nuestra propia especie: todos somos iguales, pero al mismo tiempo todos somos diferentes.

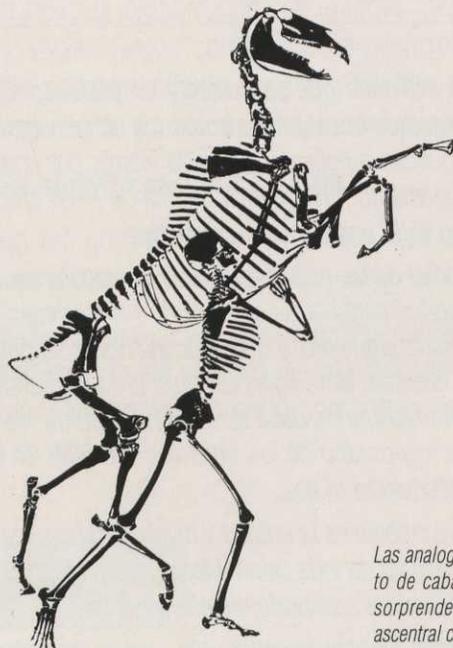
Esta diferencia se hace evidente en una gran cantidad de aspectos: el sexo, la forma de la boca, de los ojos, la expresión de la cara, el cabello, la estatura, la personalidad, etc.

Sin embargo, y por encima de todas esas diferencias, existen ciertas semejanzas que nos permiten identificar fácilmente a una persona como perteneciente a la especie de la que formamos parte: la especie humana. Constituyen lo que denominamos "la naturaleza humana", que nos distingue del resto de los seres vivos.

A.2. La naturaleza humana

Encontrar diferencias entre los seres humanos y las plantas es muy sencillo: somos diferentes en el aspecto, en la alimentación, en la posibilidad de desplazamiento, etc. Sin embargo, con los animales, y especialmente con los vertebrados, tenemos muchas y obvias semejanzas (basta observar con detenimiento la figura adjunta), aunque también muchas diferencias. Una relación de estas diferencias puede constituir una primera aproximación a nuestra "naturaleza humana".

- ¿Qué características tenemos los seres humanos que nos asemejan y diferencian del resto de los animales?



*Las analogías de estructura entre un esqueleto de caballo y un esqueleto humano son sorprendentes y se explican por un origen ascencial común.
American Museum of Natural History. Nueva York.*

Figura 2: Esqueletos de hombre y de caballo.
(Fuente: *Genética y evolución*. Ed. Omega, Barcelona.)

LA NATURALEZA HUMANA

Semejanzas con los demás animales	Diferencias

Comentario A.2. *Son muchas y significativas las diferencias que podemos encontrar a primera vista entre la especie humana y el resto de los animales; sin embargo, un análisis más detenido nos indica que existen más semejanzas de las que, en principio, pueden aparecer. Los alumnos pueden indicar como diferencias:*

- *El caminar erguido y la estructura del esqueleto.*
- *El tipo de piel y la distribución del pelo corporal.*
- *Las proporciones de los miembros, tallas relativas de las manos y pies con relación al cuerpo, tallas relativas de los dedos de las manos y los pies, tallas de los dientes incisivos, caninos y molares, etc.*
- *La organización social que poseemos, que ha dado lugar a las ciudades, al avance tecnológico, etc.*
- *El lenguaje abstracto que hemos desarrollado, lleno de símbolos que representan conceptos distintos que podemos transmitir.*
- *La capacidad de alterar el mundo que nos rodea, tanto en nuestro provecho como en nuestro propio perjuicio, etc.*

En cuanto a las semejanzas que enumeren, irán dirigidas a las tres funciones básicas de todo ser vivo, la forma de cumplirlas y los órganos necesarios para ello.

En el desarrollo de esta actividad podrían plantearse opiniones interesantes para debatir, como es el caso de la inteligencia de los animales, la posibilidad de que posean "conciencia de sí mismos", de su propia existencia, la capacidad de ayuda y solidaridad entre los individuos de la misma especie, etc. Este debate debe potenciarse como un medio eficaz para conocer sus ideas respecto a las características de la especie humana y a su diversidad, y al tiempo que sirve de recapitulación del tema anterior de los animales puede actuar de motivación para iniciar el siguiente tema.

Constitución y funcionamiento del cuerpo humano

Los seres humanos pertenecemos todos a la misma especie, por lo que existe una regularidad que se manifiesta entre las personas: la de poseer los mismos órganos y aparatos, necesarios para realizar las funciones vitales que, como a los demás seres vivos, nos resultan indispensables para vivir.

Saber cuáles son esas funciones, los órganos que las realizan, y dónde se sitúan en nuestro cuerpo, son las cuestiones que vamos a tratar a continuación.

Comentario 1.2. *El estudio de este apartado no quiere ser exhaustivo. Sólo pretende mostrar la igualdad y regularidad que existe entre las personas. Para ello, realizaremos una serie de actividades que serán el nexo de unión entre los conceptos que el alumnado desarrolló en la Educación Primaria, las ideas que tratamos en la Unidad anterior de los animales, especialmente con los vertebrados, y la atención mucho más detenida que en estos temas se llevará a cabo en el curso tercero de la E. S. O.*

Por esto, nuestra revisión será breve y lo más ajustada posible a los objetivos que pretendemos, expuestos más ampliamente en la programación de esta Unidad didáctica. De todas formas, siempre tiene la posibilidad el profesorado de completar a su gusto el apartado que aquí mostramos.

Una mayor profundización requiere una mayor cantidad de tiempo, y hemos querido dedicárselo a los apartados siguientes que nos parecen más novedosos y, en estos momentos y para la edad de los alumnos, más importantes para ellos. A esto hay que añadir los escasos conocimientos que poseen sobre células, tejidos, genética o química, que harían todavía más larga su duración.

a) REGULARIDAD EN LAS FUNCIONES DE NUTRICIÓN

A.3. ¿Por qué tenemos que comer?

Las rocas, los minerales, el agua, el aire y otros muchos elementos que hay sobre la Tierra no necesitan comer. Sin embargo...

- ¿Por qué es necesario que nosotros comamos? ¿Qué conseguimos los seres humanos con la función de nutrición?
- ¿Qué aparatos del cuerpo humano intervienen en el proceso de nutrición? ¿Qué funciones realizan?

A.4. Nuestro aparato digestivo

El aparato digestivo, como ya sabes, es un largo tubo que comienza en la boca y termina en el ano, y que presenta una serie de ensanchamientos y alargamientos. También posee las llamadas glándulas anexas, que son unos órganos especializados en verter en el tubo digestivo los productos que han fabricado, es decir, sus secreciones.

El esquema adjunto representa el aparato digestivo del cuerpo humano, los principales órganos que lo constituyen y su localización.

- Escribid los nombres adecuados en los lugares que se indican. Al lado del nombre de cada órgano indicad la función que realiza en el proceso digestivo.

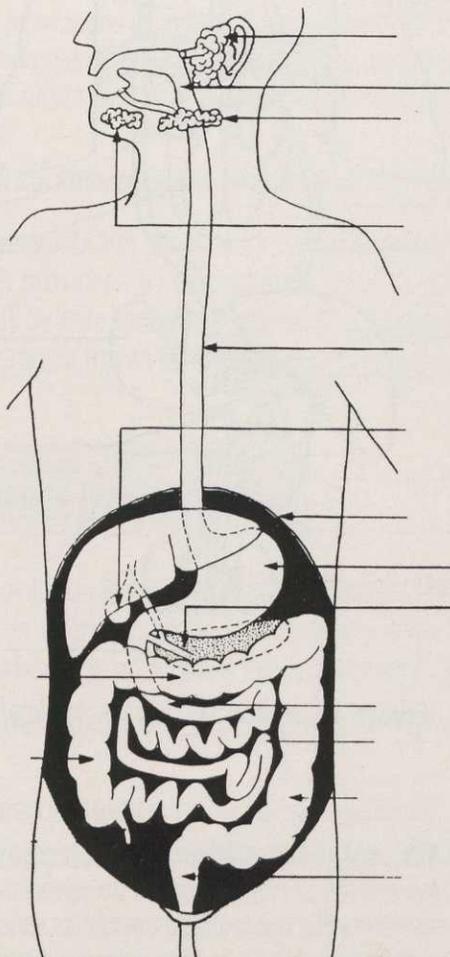


Figura 3: Esquema del aparato digestivo.
(Fuente: *Biología humana ilustrada*. Ed. Paraninfo, Madrid.)

A.5. Nuestro aparato circulatorio

El sistema circulatorio es el encargado de poner en relación los aparatos que intervienen en la nutrición, con todas y cada una de las diversas partes que componen nuestro cuerpo y que deben recibir las sustancias nutritivas que incorporamos y preparamos en nuestro aparato digestivo.

- ¿Recordáis cómo es y cómo funciona nuestro aparato circulatorio?
- Observad el siguiente esquema y realizad en él lo siguiente:
 - Escribid los nombres adecuados en los lugares señalados.
 - Indicad con flechas el sentido del torrente circulatorio.
 - Coloread de rojo la sangre oxigenada y de azul la no oxigenada.

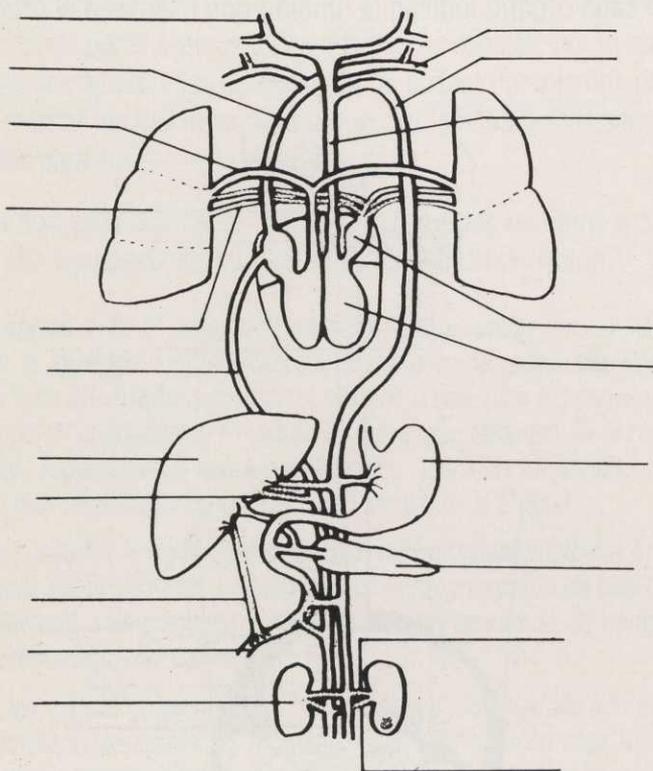


Figura 4: Esquema del aparato circulatorio.

Comentarios A.3, A.4 y A.5. Comprender el proceso de la digestión presenta algunos obstáculos que derivan principalmente de un conocimiento limitado de los alimentos (no diferenciar entre alimento, sustancias alimenticias sencillas y complejas), y del conocimiento erróneo de la anatomía del aparato digestivo (Banet y Núñez, 1992).

No pretendemos en este pequeño apartado de la Unidad didáctica salvar todos los obstáculos epistemológicos que los alumnos puedan poseer en la comprensión de la digestión, sino más bien un acercamiento a la regularidad que supone esta función y los órganos y aparatos que en ella intervienen.

Aspiramos a que comprendan la misión que realiza cada uno de los aparatos que interviene en la nutrición y su ubicación en el interior del cuerpo humano. No vamos a tratar los alimentos, ni sus compuestos químicos, por la complejidad del tema en relación a su edad.

Empezamos preguntándonos para qué necesitamos de la nutrición y fácilmente surgirán respuestas como "para dar calor", "energía" "para movernos", aspectos que serán retomados más tarde al abordar los estilos de vida en relación con la alimentación y nutrición. Por ello, rápidamente pasaremos a recordar la función que realizan los aparatos digestivos, circulatorio, respiratorio y excretor. Lo planteamos así, porque los alumnos y las alumnas ya poseen una serie de conocimientos e ideas sobre este tema, por lo que no hay que comenzar desde cero.

Lo que debe quedar claro en esta actividad es que la función de nutrición no la realiza únicamente el aparato digestivo, sino que se debe resaltar la participación de los otros aparatos para que pueda llevarse a cabo. Clarificar la necesidad y actuación de cada uno de ellos es el objetivo principal de este apartado.

Mediante los esquemas y dibujos se pretende poner en evidencia la relación entre los diversos aparatos que intervienen en la nutrición y facilitar la localización anatómica de todos los órganos que intervienen en el proceso de nutrición.

Al colorear de rojo la sangre oxigenada y de azul la no oxigenada se corre el peligro de que los alumnos creen que en realidad poseen estos colores, como también pueden pensar que el paso de un tipo de sangre al otro es inmediato y no gradual. Ello requerirá, por parte del profesorado, unas actividades complementarias. También sugerimos, como actividad complementaria, que dentro de la silueta vacía de una persona los alumnos sitúen diversos órganos.

b) REGULARIDAD EN LAS FUNCIONES DE RELACIÓN

Mediante la función de relación nos ponemos en contacto con el mundo exterior, recibimos los estímulos que de él provienen y reaccionamos frente a ellos con una respuesta. La característica (y regularidad) de esta función reside en la capacidad de movimiento y en la de coordinación que efectuamos a través de los sistemas nervioso y hormonal.

A.6. Nuestro aparato locomotor

En la Unidad didáctica anterior, en la que tratamos los animales, vimos que el movimiento se realiza gracias a la intervención de los músculos y de los huesos en donde se insertan. Vamos a recordar ahora los principales huesos de nuestro esqueleto. Para ello:

- Situar el nombre del hueso correspondiente en los números que se indican en el dibujo.
- ¿Puedes localizar estos huesos en tu propio cuerpo?
- Señálalos en el cuerpo de un compañero o compañera.

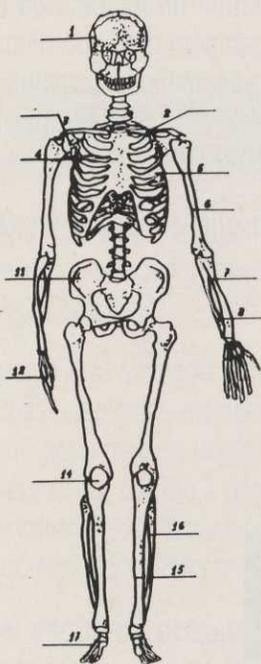


Figura 5:
Esqueleto humano: de frente.

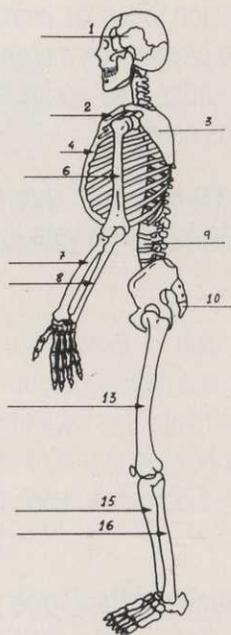


Figura 6:
Esqueleto humano: de perfil.

Comentario A.6. En el esquema del esqueleto humano que se presenta se refieren los principales huesos del mismo, muchos de los cuales se conocerán por los estudios en la etapa Primaria, aunque sin duda deberemos revisarlos para poder recordarlos; el resto lo pueden completar consultando algún atlas de Anatomía.

Consideramos importante que puedan localizar sus huesos en el propio cuerpo, pues de lo contrario únicamente se consigue una memoria visual de nomenclatura, deben intentar y pueden hacer la extrapolación de pasar del esquema a la realidad. Esta extrapolación la podemos completar cuando intentamos localizar los huesos en otro cuerpo que no es el propio. Esta actividad posee otra finalidad añadida: la de potenciar las relaciones personales entre el alumnado, facilitando así la ruptura de las posibles barreras que impiden una comunicación fluida.

Comprender el funcionamiento del aparato locomotor supone entender cómo tiene lugar el movimiento de las articulaciones, ya que de lo contrario nuestros huesos formarían una estructura o armazón sin posibilidad de desplazamiento. Nuestro cuerpo se mueve porque junto a unas estructuras rígidas y pasivas (los huesos) existen otras estructuras elásticas y activas (los músculos), que apoyándose en las anteriores "tiran de ellos" provocando el movimiento.

Por ello, sugerimos como actividad complementaria el estudio de una articulación, en la que se observe el funcionamiento y relación entre músculos y huesos.

A.7. Nuestro sistema nervioso

Nuestro cuerpo tiene una estructura muy complicada: músculos, huesos, venas, arterias, glándulas, etc. El trabajo que realizan todos estos órganos no puede ser descoordinado e independiente. ¿Nos podemos imaginar que cuando quisiéramos andar, cada pierna se moviera hacia un lado distinto, o que habiendo comido abundantemente continuáramos teniendo hambre?

Es absolutamente necesario poseer un centro regulador, un sistema de control que ponga en relación todos las componentes de nuestro organismo para coordinarlos. El sistema nervioso presenta un mecanismo de control rápido, ya que todas las células nerviosas están comunicadas y se pasan la información con rapidez. Está formado por los centros nerviosos y los nervios.

- Fíjate en el dibujo que se adjunta e indica lo que observas en él. ¿De qué se trata? ¿Todos veis lo mismo?



Figura 7: Ilusión óptica: ¿joven o anciana?

(Fuente: 66 nuevos experimentos de la pandilla científica. Ed. Alhambra, México.)

Como puedes observar, a nuestros ojos les llega una determinada información, la del dibujo, pero para los ojos no tiene ningún significado, es un conjunto de puntos negros y blancos.

- ¿Dónde, en realidad, se ve, se interpreta y se encuentra un significado a esos puntos de distinta tonalidad que los ojos han percibido?
- ¿Ocurre lo mismo con los demás sentidos? ¿Están regulados, controlados y “centralizados” por un centro nervioso superior? ¿Cuál es?

Comentario A.7. Quizás haya que recordar al alumnado que los centros nerviosos más importantes son la médula espinal y el encéfalo, compuesto éste por cerebro, cerebelo y bulbo raquídeo, y que los nervios ponen en relación todas y cada una de las partes de nuestro cuerpo con estos centros nerviosos.

Esta actividad pretende hacerles reflexionar que es en el cerebro donde se toma conciencia de lo que ocurre a nuestro alrededor. Los sentidos son los que captan los estímulos que provienen del exterior, pero en realidad es el cerebro el órgano que los interpreta y ordena la reacción más adecuada.

En este dibujo, algunos alumnos “verán” una chica joven y otros “verán” una vieja. En el fondo siempre se trata de lo mismo, de la diversidad humana, existente también en la forma de interpretar los mensajes sensitivos que llegan hasta nosotros.

Podemos plantear a los alumnos que es en estos centros nerviosos, especialmente en el cerebro, donde se producen las respuestas que nuestro organismo elabora ante los estímulos del medio ambiente, que nuestros sentidos se encargan de captar. Plantear la existencia de actos voluntarios y reflejos sería profundizar en demasía en el sistema nervioso, que no es nuestro objetivo, y, de hacerlo, sólo sería como una pequeña reflexión sobre las distintas posibilidades de funcionamiento de unas mismas estructuras.

Sin embargo, podemos repetir algunas de las experiencias de Pavlov, como actividad complementaria, que demuestre que el cerebro es el órgano superior que elabora las respuestas del organismo.

A.8. Nuestras glándulas endocrinas, nuestras hormonas

El sistema hormonal, también llamado endocrino, controla nuestro cuerpo de diferente manera que el nervioso. Es mucho más lento, y sus mensajes no viajan por los nervios, sino a través de la sangre.

Este sistema está formado por una serie de glándulas endocrinas, es decir, órganos que producen unas sustancias especiales llamadas hormonas que las vierten a la sangre, por lo que tardan un poco más en llegar al órgano al que van destinadas y producir el efecto esperado. Las hormonas, debido a que actúan en un lugar distinto al que se producen, se conocen con el nombre de “mensajeros químicos” y tienen la peculiaridad de ser muy activas, por lo que sólo se necesitan en una pequeñísima cantidad.

- En el esquema presente están indicadas las principales glándulas con las hormonas que producen. La distancia entre ellas está proporcionada con la real. Dibuja el contorno de una persona para situar estas glándulas en su ubicación más exacta.

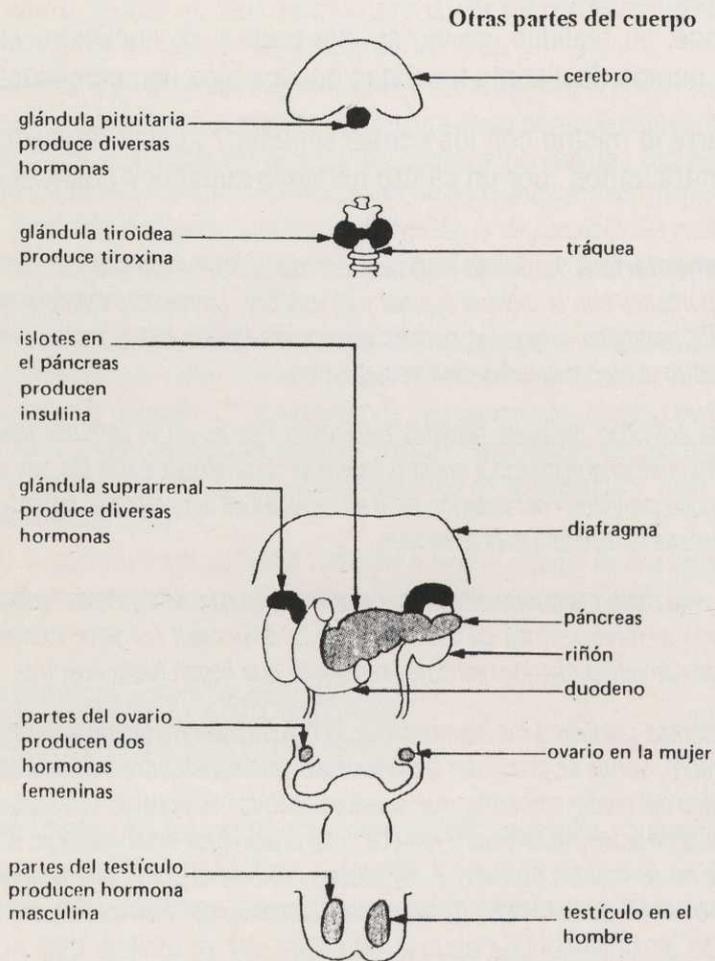


Figura 8: Glándulas de secreción interna.
(Fuente: *Biología humana ilustrada*. Ed. Paraninfo, Madrid.)

Comentario A.8. Esta actividad pretende ser únicamente una introducción al sistema endocrino, para que el alumnado conozca la existencia de esas sustancias químicas biocatalizadoras, las hormonas, fabricadas por ciertos órganos y que producen un particular efecto únicamente en algunas partes de nuestro cuerpo. Hay que insistir en que el sistema endocrino, junto con el sistema nervioso, son los dos mecanismos fundamentales que utiliza nuestro cuerpo para regular y coordinar el funcionamiento, en diferentes situaciones y circunstancias, de todo nuestro cuerpo.

Son nociones que deberán conocer, ya que luego se tratará el crecimiento y la maduración del organismo, funciones en las que las hormonas representan un papel destacado.

c) REGULARIDAD EN LAS FUNCIONES DE REPRODUCCIÓN

Los aspectos más relevantes de las funciones de reproducción los trataremos más adelante, al hablar de la diversidad sexual, ya que, aunque existe regularidad en la forma de reproducirnos, se hace patente la primera diversidad, ya que nos dividimos en mujeres y hombres. Ésta es la razón por la que no se abordan dentro de este apartado.

Aunque fundamentalmente todos somos iguales, apreciamos en todos nosotros diferencias. Los cuerpos, las caras, las manos, el color de la piel, la nariz, las orejas... Existen hombres y mujeres, blancos y negros, altos y bajos, gordos y flacos. Cada persona es de una forma distinta, única e irrepetible, y ello entraña un gran tesoro para nuestra especie humana. En este apartado vamos a hacer una aproximación al estudio de esas diferencias y a la riqueza que supone esta diversidad.

¿Por qué nuestro cuerpo es así?

A.9. La diversidad en el aula

A pesar de las semejanzas entre todos los individuos de nuestra especie, la experiencia nos hace reconocer una gran gama de diferencias, y nuestra propia aula es un buen lugar para investigarlo.

- Completad de forma individual la siguiente parrilla, poniendo el nombre de las compañeras y compañeros de clase que presentan las características que se te indica en cada cuadro.
- Hacedlo de manera que una misma persona sólo aparezca como máximo en tres casillas.
- Los cuadros vacíos son para que puedas anotar otras posibles características que tú hayas observado en la clase, y que determinen la diversidad de personas existente en ella.

LA DIVERSIDAD EN EL AULA			
Su pelo es rizado	Le encantan las tradiciones populares	Se preocupa del medio ambiente	Posee gran agilidad física
Es vegetariano/a	Su piel es oscura	Necesita "pisar asfalto"	Piensa que fumar es un placer
Cree que debe adelgazar	Se sabe todas las canciones	Tiene el pelo rubio	Sus ojos son azules
Su cabello es muy oscuro	Lleva gafas	Tiene pecas	Su frente es despejada
Su pelo es muy liso	Es muy serio	Es extrovertida	Le gusta mucho comer
Conoce todas las respuestas	Su imagen le importa un pito	Está siempre en las nubes	¡Qué haría sin un espejo!

- Analizad las diferencias que hayáis encontrado y clasificadlas por categorías.
- Realizad una puesta en común, en la que cada grupo indique el criterio adoptado para establecer la clasificación.
- A partir de las diferentes argumentaciones, adoptad entre todos la clasificación que os parezca más apropiada.

Comentario A.9. Debemos procurar que los caracteres que indique el alumnado para observar la diversidad existente en su clase se basen en características positivas y no discriminatorias o que puedan ser molestas para sus compañeras y compañeros, incluidas las que pueden afectar a características físicas, psíquicas, socioculturales, especialmente de género, estado de salud, presencia de minusvalías, etc.

Por ejemplo, son válidas: llevar pendientes, gustarles el fútbol, ser muy tranquilo, etc. No debemos considerar válidos caracteres que pongan en juego actitudes comparativas que impliquen competencia o hegemonía de unas características sobre otras: los que mejores notas académicas sacan, los bajitos, los más altos de la clase, etc.

Deben utilizarse características que no sirvan para establecer comparaciones entre unos y otros, y mucho menos concursos o competiciones, sino para colaborar en reafirmarse en sí mismos, en potenciar sus peculiaridades como algo positivo, que incrementa por ello su autoestima. Observar la gran diversidad existente en apenas un pequeño grupo de personas y valorar la riqueza de esta diversidad como algo positivo sería el objetivo de esta actividad.

Una vez efectuada una primera mirada a la diversidad de las personas en nuestra propia aula, se pretende que el alumnado realice una categorización de estas diferencias. Para ello deberá hacer un análisis de las mismas e intentar establecer una clasificación. La comunicación del trabajo efectuado por los diferentes grupos servirá para recordar y aplicar en otras situaciones lo tratado anteriormente en los sistemas de clasificación, evidenciando la variedad de posibles formas de agrupación en clases.

Probablemente, en alguna de ellas aparecerá el criterio de que se pueden agrupar en caracteres fijos o permanentes y variables o mutables, lo que nos servirá para plantear que en la diversidad existente entre los seres humanos hay unos caracteres diferenciales que son **permanentes**, que no varían a lo largo de la vida y otros que son **variables**. Entre los caracteres que son permanentes, esto es, que son heredables y que se mantienen a lo largo de toda la vida de las personas, podemos indicar el sexo y la raza.

Diversidad permanente de sexo

La diversidad esencial de los seres humanos que permite el mantenimiento de nuestra especie, igual que ocurre en los otros seres vivos, es la diversidad sexual, que divide a la humanidad en hombres y mujeres, niños y niñas. Es una diversidad con la que nos encontramos de forma cotidiana y que marca de forma importante nuestra vida.

A. 10. Las primeras diferencias

Cuando un niño nace, la comadrona, después de atenderlo, lavarlo, desinfectarle los ojos, pesarlo, observarlo, etc., se lo acerca a los padres y con un cierto orgullo, por la importancia de su tarea, dice: "Es un niño precioso, o es una niña preciosa."

Los caracteres que ha observado la comadrona para hacer esta exclamación los denominamos caracteres sexuales primarios.

- ¿Sabéis en qué consisten estos caracteres? ¿Por qué creéis que reciben este nombre?

Conocer nuestro cuerpo es el primer paso para conocernos a nosotros mismos y valorar nuestras diferencias.

- Ayudándote de un atlas del cuerpo humano y de las indicaciones del profesor, sitúa en las correspondientes siluetas del aparato reproductor femenino el nombre correspondiente a cada uno de los números.
- Haz lo propio en las correspondientes siluetas del aparato reproductor masculino.

APARATO REPRODUCTOR EN LA MUJER Y EN EL HOMBRE

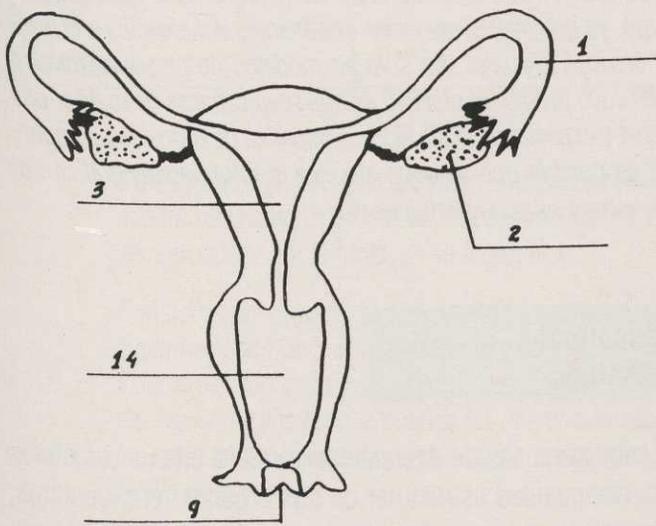


Figura 9

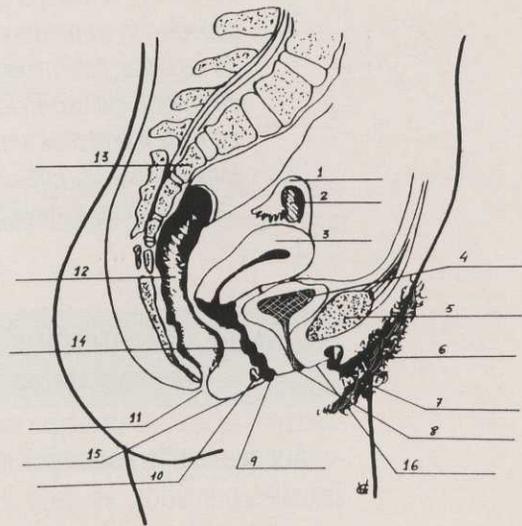


Figura 10

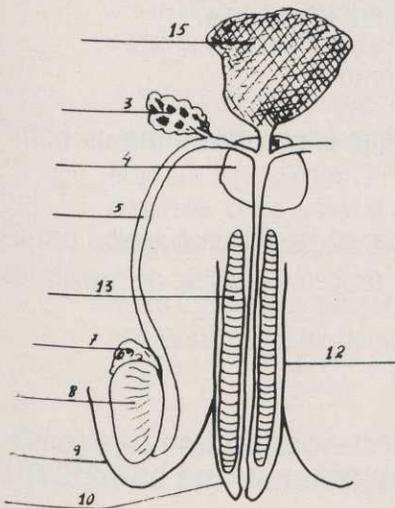


Figura 11

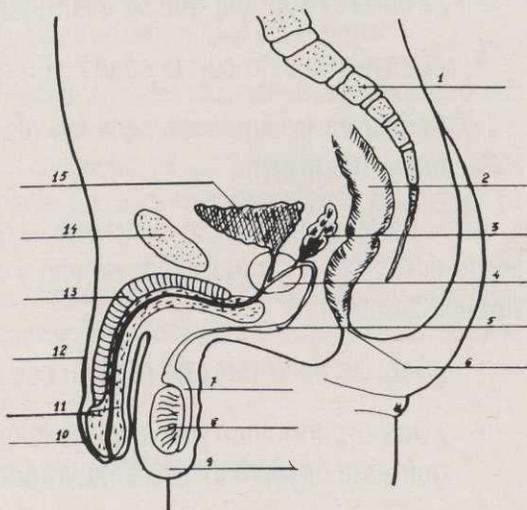


Figura 12

Comentario A.10. *Las características biológicas que distinguen a una mujer de un hombre son anatómicas y fisiológicas. A ello hay que añadir su identidad sexual (es decir, su autclasificación personal y psicológica como varón o como mujer) y el rol de género que asume (el llamado sexo social o papel que la sociedad considera como propio de un determinado sexo). Estas tres características son muy importantes en la definición y diferenciación de nuestra vida como personas.*

Los caracteres sexuales primarios, es decir el sexo genital, se deben a la dotación genética heredada y a los procesos de diferenciación sexual de las gónadas y de su conversión en órganos reproductores masculinos (testículos) o femeninos (ovarios) que ocurre en la sexta semana de gestación. Su maduración completa, al llegar la pubertad, determinará finalmente el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios.

Más adelante trataremos los otros factores que inciden en la completa identificación sexual, el llamado sexo psicológico o identidad sexual y el sexo social.

Con esta actividad pretendemos estudiar y observar los órganos genitales masculinos y femeninos. Al tiempo que se observa la diversidad entre las personas, los alumnos van conociendo su propio cuerpo, ya que suelen presentar importantes deficiencias a la hora de localizar determinados órganos sexuales, no sólo en modelos de personas de otro sexo, sino incluso en los del suyo propio. El objetivo es que sean capaces de realizar una correcta representación visual y espacial de la situación anatómica de todos estos importantes órganos. Para ello, es posible que se deba ampliar la información gráfica del alumnado con diapositivas, vídeos, atlas de anatomía, etc.

A.11. Los caracteres masculinos, los caracteres femeninos

Aunque la diferencia principal entre personas de diferente sexo radica en sus caracteres sexuales primarios, es decir, en la desigualdad estructural de sus órganos reproductores, para distinguir a un hombre de una mujer no apelamos a estos caracteres, sino que nos fijamos en otros aspectos.

Por ejemplo, si dos niños de ocho años, chico y chica, fueran vestidos iguales, con las mismas ropas, el mismo pelo, complementos, etc.

- ¿Podrías saber sin que se desnudaran quién era uno y otra?
- ¿Cambiaría esto con la edad? ¿En qué momento?
- Señala en la siguiente tabla las diferencias que encuentras entre un hombre y una mujer.

Los caracteres que aquí se mencionan, y que aparecen en las personas adultas permitiendo diferenciar a los individuos de uno y otro sexo, reciben el nombre de "caracteres sexuales secundarios".

- ¿Sabrías decir por qué reciben ese nombre?
- ¿Qué órganos son los responsables y qué sustancias fabrican para conseguir este desarrollo diferente en hombre y mujer?
- ¿Encuentras diferencias entre hombre y mujer en otros caracteres diferentes de los aquí expuestos?

	ASPECTOS DIFERENTES	
	Mujer	Hombre
Glándulas mamarias		
Pilosidad		
Piel		
Tejido subcutáneo		
Musculatura de los miembros		
Estatura		
Esqueleto		
Laringe		

Comentario A.11. Esta actividad intenta facilitar en el alumnado, además del conocimiento de la anatomía humana, la construcción de su autoimagen, de su identidad como ser sexuado y, por lo tanto, de su autoestima.

Consideramos que es especialmente importante trabajar estos aspectos en una etapa evolutiva difícil para el alumnado, la pubertad, donde se producen importantes cambios físicos, fisiológicos y psicológicos que pueden provocar en los adolescentes situaciones de angustia y ansiedad. Observar las diferencias sexuales existentes entre ellos y comentar estos temas en el aula con libertad y naturalidad puede contribuir a favorecer la aceptación de sí mismos.

Esta actividad debe servir de nexo entre dos aspectos importantes que se deben considerar. Por una parte, que todos estos caracteres secundarios que observamos son derivados de una actividad hormonal producto de los órganos sexuales. Por otra parte, que no debemos adjudicar diferencias entre los sexos que no existen, o son resultado de una educación que atribuye caracteres específicos a cada sexo en base a diferencias anatómicas, fisiológicas o psicológicas inexistentes, puesto que incluso es difícil adjudicar ciertos caracteres secundarios de forma exclusiva y no discriminatoria a un determinado grupo sexual.

A la idea de que muchas de las diferencias sexuales secundarias son debidas a una determinada educación se le puede sumar el hecho de que los propios órganos sexuales tienen un mismo origen y son similares en muchas de sus funciones, lo que podríamos desarrollar como actividad complementaria. Con ello, esperamos comenzar a romper las imágenes estereotipadas de los sexos.

No es momento de tratar el tema de los roles de género, pero sí de comenzar a observar el equilibrio entre las indiscutibles diferencias sexuales y las semejanzas existentes entre ellos.

Diversidad permanente de grupo: geográfica o racial

Observa las diferencias que aparecen entre las dos personas de la figura que se adjunta. Ello parece afirmarnos en la existencia de razas, es decir de grupos de personas que po-

seen unas características morfológicas muy peculiares y diferentes de las que pueden poseer otros grupos. Estas características también son permanentes y se transfieren de padres a hijos.

VARIABILIDAD DE LA ESPECIE HUMANA



Figura 13: Esquimal.

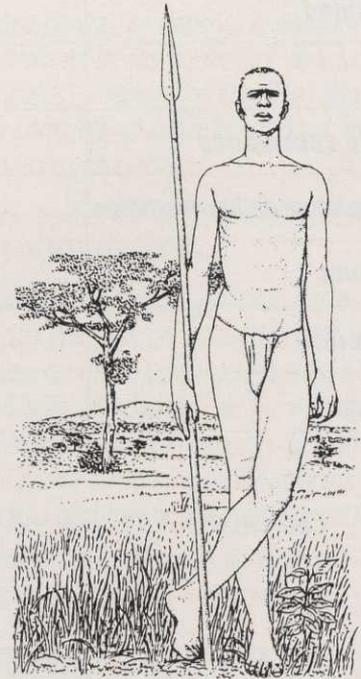


Figura 14: Negro del Senegal.

Fuente: *La diversidad humana*. Ed. Labor, Scientific American, Barcelona

A.12. Pero... ¿existen las razas?

Algunos antropólogos consideran la existencia de cuatro troncos raciales principales. Otros establecen ocho razas principales: africanos, amerindios, aborígenes australianos, caucásicos, indios y paquistaníes, mongoloides, oceanianos y aborígenes del sur de Asia. Existen expertos que llegan a describir 31 razas diferentes. Pero... ¿cuántas podemos encontrar nosotros?

- Traed a clase fotografías o recortes de revistas donde aparezcan individuos con rasgos anatómicos claramente diferenciados.
- Con todas las fotografías debemos hacer una clasificación. Para ello tenemos que definir unos criterios que nos puedan servir para agrupar las imágenes de la colección que poseemos. ¿Qué criterios vamos a utilizar?
- ¿Qué resultados obtenemos en nuestra clasificación?, o lo que es lo mismo, ¿cuántos grupos obtenemos claramente definidos?

Si llegamos a separar grupos diferentes, a cada uno de ellos lo podríamos considerar como una raza, con las características que hayamos fijado para su diferenciación.

Comentario A.12. Debemos procurar obtener una buena colección de imágenes de personas diferentes, cromos, fotos, recortes de revistas, etc. Es importante que todas ellas sean en color, dado que un criterio de selección para utilizar por el alumnado será el color de la piel.

La importancia de poseer una gran cantidad de imágenes reside en la dificultad de realizar una clasificación. Esta actividad pretende este objetivo: demostrar que la variabilidad dentro de los grupos es tan grande que no podemos hablar de "razas". Como mucho, podemos tratar de grupos raciales, por considerar ciertos rasgos anatómicos característicos de las personas que habitan determinadas áreas geográficas.

Forma del cabello, tamaño del cuerpo, rasgos de los ojos y, sobre todo, color de la piel, son criterios utilizados. Ahora bien, estos criterios poseen tan gran variabilidad que se solapan unos con otros, por lo que no podemos "cortar" en grupos.

La imposibilidad de formar grupos con las imágenes que poseemos se debe a que estamos considerando una variabilidad continua, que en su componente genético es debida a varios alelos, lo que da como resultado esta gran diversidad. Es difícil fijar con precisión las fronteras existentes entre las razas, más bien podemos hablar de un "continuum" entre todas ellas.

La pregunta que podemos hacer ahora es: ¿cuál es la causa de esa diversidad y de que no podamos establecer en ella clases determinadas?

El criterio de clasificación racial se ha basado en las apariencias, esto es, en el fenotipo, que posee un componente genético y un componente ambiental que lo determina. Ambos son diversos y variables, aunque las escalas de variabilidad son distintas.

A.13. La herencia y su ambiente

Hemos visto, en nuestra colección de fotos, las diferencias existentes entre las personas. Esto nos da a entender que hay características que están localizadas en determinados ambientes geográficos que se transmiten de padres a hijos, lo que hace que a la larga y tras muchas generaciones se formen unos grupos diferentes de otros.

Entre los caracteres de un organismo hay unos que son heredados, como el color de los ojos o el de la piel, y otros que el individuo ha ido adquiriendo a lo largo de su vida, dependiendo del medio ambiente donde se ha desarrollado.

- ¿Puedes hacer una relación de los caracteres personales que son heredados, y por lo tanto permanentes, que se transmiten con cierta frecuencia de padres a hijos?

Averiguar la influencia que el ambiente ejerce sobre el desarrollo de las personas es muy difícil, ya que no se pueden realizar experiencias con ellas como si fuesen animales de laboratorio, pero sí se puede hacer en el caso de las plantas o los animales (siempre que no los martiricemos).

- Los elementos que conforman el medio ambiente son muchos: luz, humedad, temperatura, presión, presencia de organismos, etc., y nos cuestionamos cómo intervienen en el desarrollo de los seres vivos.
- Para comprobarlo, elige uno de estos elementos y un organismo sobre el que trabajar. Emite una hipótesis sobre la actuación del primero sobre el segundo.
- Diseña y realiza una experiencia en la que puedas verificar tu hipótesis.

Comentario A.13. Los caracteres personales en los que nos debemos fijar son los que se pueden observar como característicos del grupo, es decir, no es necesario indicar que se poseen nariz, columna vertebral o cinco dedos en cada mano. Se trata de fijarnos en caracteres como el color y la forma del pelo, de los ojos, la piel, la forma de cruzar las manos y los pies, etc.

Los alumnos pueden pensar que todos los caracteres anatómicos son los heredables y por tanto permanentes, y los de conducta son los adquiridos. Esto no es así, ya que dependiendo del tipo de alimentación o de ejercicio físico, se adquieren, desarrollan o modifican ciertos rasgos anatómicos.

El problema reside en la observación de ciertas características de conducta que poseen ciertos grupos familiares, y que se comportan como si también fueran heredables. Ejemplo: una forma de comer, las habilidades musicales, la inteligencia, un determinado pensamiento político o religioso, etc. Hay que hacer ver que esos caracteres son adquiridos y dependen del ambiente de desarrollo de la persona para que los adquiera o no.

En cuanto a las posibilidades de diseño de una experiencia con animales o plantas, son muchas y podemos hacer referencia a todas las que habremos efectuado en las unidades didácticas anteriores. No obstante, podemos indicar los siguientes:

- Dos grupos de las mismas semillas sometidas a ambientes distintos (poca y mucha luz). Observar sus diferencias de desarrollo. (Se debe tomar un buen número de semillas y contabilizar las medias de las mediciones obtenidas de su desarrollo.)
- Germinación en un mismo recipiente, de una mezcla de semillas variadas, como trigo, avena, cebada y centeno. Observar la competencia que se establece entre ellas. (Aquí se deben observar los porcentajes de germinación y el crecimiento de los tallitos.)
- Observación del cambio en el tamaño, desarrollo, tasa de reproducción, conducta, etcétera, de diversos animales, controlando algunas variables, como puede ser la alimentación, la iluminación, etc. Esta experiencia se puede realizar con saltamontes, gusanos de seda, cochinillas de la humedad, etc.
- Dos ramas de una misma planta, como puede ser el geranio (igual genotipo), plantadas en tierra diferente o situadas en diferentes lugares (con sol y sin él), etc.

A.14. ¿La diversidad es una ventaja?

Hemos visto la gran diversidad que existe en los seres vivos, incluso en una misma especie la variabilidad es muy grande, pero nos preguntamos si esto es positivo, ¿no sería mejor una mayor uniformidad?, ¿representa alguna ventaja tanta diversidad?

- Antes de contestar estas cuestiones, leed los siguientes textos para comentarlos y contestar las preguntas que se hacen al final.

La crianza moderna de los vegetales ha favorecido una tendencia generalizada hacia los monocultivos a gran escala. Mientras el paisaje tradicional era diverso, el paisaje agrícola de nuestros días es mucho más uniforme. La mayor parte de las plantas de cultivo tienen una breve resistencia a los agentes patógenos y las plagas. Por ejemplo, la vida media de las variedades del trigo es de unos diez años. Como resultado, las enfermedades y las plagas pueden arrasar los monocultivos como un incendio las praderas.

El caracol de los huertos, *Cepaea memoralis*, presenta formas amarillas, rosas y pardas, con un número variable de bandas. Estos caracoles son víctimas de los tordos, ardillas, ratas y otros pequeños roedores. Las poblaciones de conchas amarillas son más frecuentes cuando el fondo es verde; las de conchas rosas y pardas dominan sobre suelos pardos. Asimismo, los individuos sin bandas dominan en los suelos lisos y los animales con numerosas bandas sobre suelos de aspecto no homogéneo.

La especie vegetal llamada *manzana de mayo* la usaban los indios Cherokees para tratar la sordera y matar las lombrices parásitas. La utilizaban los indios Penobscot para el tratamiento de las verrugas. Sus propiedades fueron transmitidas a los colonos y hoy se extrae de ella un derivado para el tratamiento del cáncer de testículo que está obteniendo notables éxitos. También se usa para repeler el escarabajo de la patata, y muestra una actividad interesante frente a virus de la gripe, del herpes y del sarampión.

Los intercambios entre Europa y América en tiempos del descubrimiento y colonización fueron de todo tipo. Europa llevó la viruela, que causó más muertes entre los indios que las armas, pero se trajo la sífilis. De América vino el remedio para varias enfermedades, la técnica de ciertas intervenciones quirúrgicas y el uso de anestésicos para las mismas, como la coca y la chicha. El Viejo Continente recibió productos como el girasol, los cacahuets, el tabaco, la piña, los tomates, el maíz, el algodón y las patatas, que tanta importancia tuvieron en una población europea crónicamente subalimentada.

Un refugiado, según las Naciones Unidas, es una persona que no puede regresar a su país de origen debido a un temor justificado de persecución por razones de raza, religión, nacionalidad, asociación política o agrupación social. La mayoría de los refugiados no proceden de desastres naturales, sino de inestabilidades políticas. En el año 1983 se calculaba la existencia de más de 15 millones de refugiados, pero existen otros muchos millones de personas que no escapan o no pueden escapar del lugar donde viven que corren peor suerte que los exiliados.

- Emite tu opinión acerca de las ventajas que supone la existencia de la diversidad en los organismos y en especial en la especie humana.
- Si la diversidad en los seres humanos es importante para la supervivencia de la propia especie, ¿por qué hay xenofobia y racismo? Realizad un debate sobre esta cuestión.
- Elaborad, por grupos, un informe con recortes de prensa, o grabaciones en vídeo de la televisión, o en audio de la radio, acerca de algún problema racial o xenófobo que esté sucediendo en estos momentos.

Comentario A.14. *Los alumnos, en general, no se han cuestionado si la diversidad existente en la especie humana representa una ventaja para nosotros mismos.*

Esta actividad trata de aportar desde las Ciencias Naturales su grano de arena para la lucha contra la xenofobia y el racismo, haciendo una pequeña reflexión desde el punto de vista biológico de estos problemas. Lo que ocurre en Yugoslavia con los serbios, croatas y musulmanes, o con los palestinos en Israel, o bien con los gitanos en España; además de la aberración ética que suponen, son incluso contrarios a la propia evolución de la especie humana.

La especie humana es joven. Quizá no tenga más de 10.000 generaciones de edad; las principales razas geográficas divergieron unas de otras hace, como máximo, unas 1.500 generaciones. Las fuerzas unificadoras de la migración y la selección han posi-

bilitado que los seres humanos de todo el mundo sigan perteneciendo a la misma especie, a pesar de la diferenciación que tuvo lugar cuando se encontraban muy diseminados y vivían en poblaciones muy pequeñas y aisladas. Si hubiéramos sido menos móviles y menos dúctiles como individuos y como poblaciones, nuestra especie hubiera divergido más y con el tiempo se habría fragmentado formando especies distintas.

Hay que recordar que la evolución por selección natural es autolimitante. Seleccionar es enriquecer la población en una de las variantes, la que goce de mayor eficacia, hasta que la población presenta sólo esa variante. Podemos comparar la selección con el fuego que consume su propio combustible. En este caso, el combustible es la variedad. Si se agota, el proceso de selección se detiene y la evolución se termina. Si no existiera una continua renovación de los caracteres en la población humana, la evolución de nuestra especie se habría detenido casi desde su inicio.

Dado que en este curso no estamos hablando de genes, podemos entender el mantenimiento de la diversidad basándonos en la recombinación, es decir, en los intercambios sexuales que se dan entre poblaciones. De esta forma, los avances de la especie no sólo tendrán lugar por el intercambio sexual, sino también por el intercambio de culturas, avances científicos y tecnologías, como así ha ocurrido a lo largo de la historia de la humanidad.

A.15. Pero... ¿por qué no somos todos iguales?

Hemos visto que existen características de las personas que están relacionadas con ciertas áreas geográficas, pero estas diferencias son tantas y a veces tan sutiles, que difícilmente las podemos separar y hacer grupos con ellas, es decir, no es fácil hablar de razas en la especie humana.

También debemos admitir que esta gran diversidad es una riqueza para ella. Pero nos preguntamos: ¿cómo es posible la existencia de esta diversidad, por qué no somos más homogéneos?

- Vamos a recapitular lo estudiado en este apartado y a extraer conclusiones acerca de la diversidad de los caracteres humanos personales.
- Para ello leed atentamente estas tres frases de científicos famosos y comentadlas en grupo. Exponed vuestras conclusiones al resto de la clase.

“El concepto de raza no es operativo para la especie humana” (François Jacob).

“No puede concluirse que todos seamos iguales; muy por el contrario, somos todos diferentes. Cada ser vivo es una creación nueva y única” (Albert Jacquard).

“Todo organismo está en continuo desarrollo durante toda su vida, bajo la influencia de lo heredado y el ambiente donde se desenvuelve” (Richard Lewontin).

Comentario A.15. *Esta actividad pretende ser un resumen de todo lo estudiado hasta el momento. Debemos tener claro que cuando hablamos de diversidad no estamos tratando la diversidad genética, dado que ésta es una cuestión que se escapa de los objetivos del presente curso.*

Aquí debe quedar claro que el hecho de que cada individuo sea diferente a los demás se debe a dos factores: a la herencia que recibe de sus padres y a los efectos del ambiente donde se desenvuelve. No podemos primar un factor sobre el otro. El gran genético Dobzhansky llega a decir: "La herencia no es un estado, sino un proceso".

Hay que recordar que los organismos son sistemas abiertos que incorporan nuevo material y energía procedente del exterior. Ello se traduce en las dos reglas siguientes:

- 1.º Cada organismo está sometido a un desarrollo continuo durante toda su vida.*
- 2.º El organismo en desarrollo se halla en todo momento bajo la influencia de la mutua interacción entre lo heredado y el ambiente donde se desenvuelve.*

En este sentido, ninguna persona queda acotada en una forma, fisiología o comportamiento para toda su vida. Antes bien, el individuo es una historia de formas fisiológicas y comportamientos, una historia que se inicia en el momento de la concepción y termina después de la muerte. Por tanto, la descripción de una persona no se limitará a una sola caracterización, ni siquiera a una serie de ellas; abarcará toda una serie de caracterizaciones en una determinada secuencia temporal, una historia de desarrollo. No hay característica alguna en ningún ser humano que, a lo largo de su vida, no se halle en continuo estado de transformación por desarrollo. Incluso nuestros huesos son materiales vivos que constantemente se reciclan, desaparecen y se sustituyen.

Si cada individuo es único, difícilmente los podemos agrupar en razas, por lo que Jacob dice que este concepto no es operativo para las personas.

Hemos visto que cada organismo está en continuo desarrollo a lo largo de toda su vida, lo que significa que se va modificando, cambiando. Este cambio, recordemos, depende de la herencia y del ambiente donde se desenvuelve.

Las personas no somos las mismas al nacer que cuando tenemos diez, treinta o sesenta años. ¿En qué consisten esos cambios? ¿Todos pasamos por las mismas etapas? ¿Son heredadas o podemos influir sobre ellas?

Todo organismo nace, crece, se desarrolla, se reproduce y muere. A este proceso se le denomina ciclo vital. En los seres humanos ocurre lo mismo.

Nuestra historia personal

La existencia de los dos sexos o diversidad sexual tiene por objeto la producción de células reproductoras específicas, los gametos masculino y femenino. Su tarea es preciosa e irremplazable, ya que se trata de perpetuar la vida. Una vida que recoge características de sus progenitores, y que, junto con la influencia que sobre ella ejercerán los factores ambientales, la harán única e irrepetible. Y así será a lo largo de su evolución una historia de desarrollo, una historia personal.

¿Por qué nos comportamos como lo hacemos?

A.16. Nosotros fuimos una célula

Y es que la historia de cada persona empieza siempre de la misma manera: siendo una célula. ¡Todos nosotros hemos sido primero una célula! Un óvulo y un espermatozoide formados en los órganos reproductores de nuestros padres se unieron formando una célula huevo. Y aquí comienza la historia. La actividad de esta sola célula es tal, ella sola dispone de tanto potencial vital, que es capaz de multiplicarse en dos, cuatro, ocho... hasta llegar a constituir todo un organismo.

- Leed el siguiente texto y contestad a las preguntas que se efectúan a continuación:

“Algunas células pueden dar lugar a un nuevo ser humano, pues son células especiales destinadas a la reproducción, llamadas gametos. El masculino es el espermatozoide, el femenino es el óvulo. En el cuerpo de la futura madre, los núcleos del espermatozoide y del óvulo se unen, para obtener una célula: el cigoto.

Cada uno de nosotros comenzó su existencia siendo un cigoto, una célula muy especial en la que la mitad del material genético procedía del padre y la otra mitad de la madre. Después, el cigoto se fue dividiendo en células sucesivamente. Al principio, todas eran iguales y se dividían a la vez; después, las células comenzaron a ser distintas para adaptarse a los distintos trabajos, a especializarse, utilizando las instrucciones del material genético celular.

El desarrollo del cuerpo humano sigue aún después del nacimiento, y su conocimiento completo tardará todavía en conseguirse. Los caminos por los que una célula, mediante divisiones, llega a construir un organismo de más de diez billones de células (10.000.000.000), perfectamente ordenadas y especializadas, permanecen, en gran parte, desconocidos.”

Adaptado de *Descubrir la célula*. S. Carratalá (1991) (págs. 68-69).

- Si en el texto hay alguna palabra que no entiendes, averigua su significado.
- ¿Qué tiene de especial la célula llamada cigoto?
- ¿Qué ocurriría con el nuevo ser, si el cigoto se dividiera siempre en células iguales?
- ¿Es lo mismo hablar del crecimiento del cuerpo humano que de su desarrollo? ¿Por qué?

Comentario A.16. *Mediante esta actividad pretendemos enlazar los factores de diversidad permanente, en los que el mayor peso se pone en las condiciones genéticas, heredables, con la diversidad variable existente en las personas. Ésta, aunque posea un sustrato genético, lleva asociada variaciones individuales, que se irán expresando desde el momento de la fecundación a lo largo de toda la vida del individuo. A pesar de ello, debemos recordar que “no hay característica alguna en el ser humano que a lo largo de su vida no se halle en un continuo estado de transformación por desarrollo”.*

(R. Lewontin, 1984).

A.17. Es normal

Generada la vida, una vez que el nuevo ser ha nacido, se inicia el proceso que le conducirá, a través de la niñez y adolescencia, al estado adulto, donde se considera que la persona ya es madura. Para ello tendrán lugar dos fenómenos fundamentales: el crecimiento y la maduración.

Hablemos del primero. El crecimiento es uno de los fenómenos más característicos de la historia de las personas. Lleva consigo una modificación de las dimensiones corporales, un aumento del volumen corporal, de la talla y del peso, y ambos son, como ya hemos visto, el resultado de un aumento en el número de células del organismo. Aunque este crecimiento es continuo, presenta etapas de aceleración y de freno. Por eso cada persona tiene su propio ritmo y su propia historia de crecimiento.

Existen diferencias individuales en la velocidad de crecimiento de las personas, como también resultados finales diferentes. Estas diferencias dependen de muchos factores, sobre todo genéticos, pero también ambientales. Los caracteres genéticos pueden ser individuales (heredados de los progenitores) o colectivos (étnicos o caracteres permanentes geográficos o raciales).

Vamos a estudiar el proceso de crecimiento en los adolescentes, para lo cual utilizaremos los datos de la siguiente tabla.

TALLAS MEDIAS A INTERVALOS ANUALES		
Edad (años)	Talla chicos (cm)	Talla chicas (cm)
Nacimiento	50,6	50,2
1	75,2	74,2
2	92,2	86,6
3	98,2	95,7
4	103,4	103,2
5	110,0	109,4
6	117,5	115,9
7	125,1	122,3
8	130,0	128,0
9	135,5	132,9
10	140,4	138,6
11	144,2	144,7
12	149,6	151,9
13	155,0	157,1
14	162,7	159,6
15	167,8	161,1
16	171,6	162,2
17	173,7	162,5
18	174,5	162,5

- ¿Sabéis el significado de la expresión “tallas medias a intervalos anuales” que da título a la tabla? ¿Cómo creéis que se han conseguido estos valores?
- Analiza estos datos y construye, a partir de ellos, una gráfica.

Los datos de la tabla nos aportan información sobre las características del crecimiento de los adolescentes, y acerca de cómo varía la talla de chicos y chicas con la edad. También nos pueden facilitar la búsqueda de soluciones a los siguientes problemas:

- ¿A qué edad existe una mayor diferencia de talla entre chicos y chicas?
- ¿Hay alguna edad en la que la estatura de las chicas supere a la de los chicos? ¿Cómo lo puedes explicar?
- ¿Cuál es el año en que se produce un incremento mayor de la talla en los chicos? ¿Y en las chicas?
- ¿Cuál ha sido el aumento total de la talla de un chico? ¿Y el de una chica?
- ¿Creéis que estos datos sobre la evolución del crecimiento en los adolescentes se deben cumplir en todos los jóvenes?
- Realiza un pequeño informe en que resumas y expreses por escrito las conclusiones que hayas obtenido sobre el crecimiento.

Comentario A.17. *El desarrollo físico del cuerpo humano es un fenómeno muy complejo en el que intervienen conjuntamente diversos factores de crecimiento: los genéticos, los hormonales, unos aportes nutritivos correctos y su adecuada asimilación, y la ausencia de enfermedades que alteren el proceso.*

Muchos niños y niñas se preguntan si su desarrollo es normal. Las circunstancias evolutivas, la historia personal es distinta en cada uno y, sin embargo, padres y jóvenes suelen establecer comparaciones, valorando a veces como retrasos lo que sólo son características constitucionales.

Ello puede provocar situaciones de rechazo del propio cuerpo, de la autoimagen, que conllevan verdaderos problemas psicológicos y de integración social. Por ello es importante que el alumnado conozca que la mayoría de las desviaciones del desarrollo del medio que aparecen durante la adolescencia son sólo pequeñas variaciones constitucionales del patrón normal, o bien simples desequilibrios temporales en la secreción de hormonas; también es posible que una incorrecta nutrición y aporte vitamínico insuficiente ejerza influencia en ellas.

Hasta los 8-10 años, generalmente no hay diferencia entre chicas y los chicos en relación a la talla. El impulso puberal se efectúa mucho antes en ellas (10 a 14 años) que en ellos (12 a 15 años). Por ello, en este período las chicas son más altas que los chicos, aunque más tarde se producirá el fenómeno contrario. A los 16-17 años el crecimiento ha culminado su proceso, aunque puede continuar de forma muy reducida hasta los veinte años.

Existen niños que crecen más rápidamente que otros, pero el hecho de ser más bajos que la media de una edad temprana no significa que al llegar a adultos su talla sea también inferior a la media. La razón es que los que crecen con más lentitud tienen también por lo general un tiempo más largo de crecimiento, lo que les permite alcanzar una talla mayor de la esperada.

A.18. ¿Todas las partes del organismo se desarrollan igual?

Las proporciones corporales varían durante el crecimiento y van cambiando al mismo tiempo que éste se produce. Las siguientes tablas nos aportan información sobre cómo se desarrolla el proceso:

MUCHACHOS					
Edad	Peso (Kg)	Altura total (cm)	Altura sentado (cm)	Anchura de caderas (cm)	Perímetro torácico (cm)
Al nacer	3,4	50,6	—	8,1	33,2
1 año	10,07	75,2	48,7	12,8	47,6
2 años	12,56	87,5	53,8	14,4	50,8
3 años	14,61	96,2	57,1	15,8	52,4
4 años	16,51	103,4	60,0	16,9	53,7
5 años	18,89	110,0	62,6	18,1	54,8
6 años	21,91	117,5	65,2	19,1	56,1
7 años	24,54	124,1	67,6	19,9	57,8
8 años	27,26	130,0	70,0	20,7	59,8
9 años	29,94	135,5	72,2	21,4	61,8
10 años	32,61	140,3	73,9	22,0	63,9
11 años	35,2	144,2	75,3	22,6	65,9
12 años	38,28	149,6	77,2	23,5	67,8
13 años	42,18	155,0	79,6	24,6	70,3
14 años	48,81	162,7	82,9	25,8	74,5
15 años	54,48	167,8	86,3	26,7	78,0
16 años	58,83	171,6	88,9	27,4	80,7
17 años	61,78	173,7	90,4	27,8	82,5
18 años	63,05	174,5	90,9	28,0	83,4

MUCHACHAS					
Edad	Peso (Kg)	Altura total (cm)	Altura sentada (cm)	Anchura de caderas (cm)	Perímetro torácico (cm)
Al nacer	3,36	50,2	—	7,7	32,9
1 año	9,75	74,2	47,5	12,4	47,0
2 años	12,29	86,6	52,7	14,1	50,1
3 años	14,42	95,7	56,0	15,4	51,9
4 años	16,42	103,2	58,9	16,5	53,1
5 años	18,58	109,4	61,4	17,8	53,6
6 años	21,09	115,9	64,1	18,8	54,5
7 años	23,68	122,3	66,6	19,6	56,1
8 años	26,35	128,0	68,9	20,5	57,8
9 años	28,94	132,9	70,7	21,3	59,6
10 años	31,89	138,6	72,8	22,2	61,4
11 años	35,74	144,7	75,3	23,5	64,2
12 años	39,74	151,9	78,7	24,9	66,7
13 años	44,95	157,1	81,8	26,0	68,6
14 años	49,17	159,6	84,0	26,9	69,9
15 años	51,48	161,1	85,2	27,5	70,9
16 años	53,07	162,2	85,9	28,0	71,6
17 años	54,02	162,5	86,2	28,3	72,1
18 años	54,39	162,5	86,3	28,4	72,3

Tomado de *Nuffield Biología*. Texto V. Alumno. Ed. Omega, Barcelona.

Es posible realizar una pequeña investigación a partir de los datos aportados en las tablas. Entre los siguientes problemas os proponemos que cada grupo escoja uno y:

- 1.º Enunciéis la hipótesis que queráis investigar.
- 2.º Formuléis las posibles respuestas a la pregunta básica planteada.
- 3.º Utilicéis los datos aportados o aquellos que podáis sugerir, así como las experiencias que os faciliten desechar o aceptar las hipótesis.

Cuestiones para investigar:

- ¿Creéis que es posible que las distintas partes del cuerpo de un adolescente, cabeza, tórax, caderas y piernas, crezcan a un ritmo diferente? Si fuera así, ¿qué crecería primero en los adolescentes: la cabeza, el tronco o la extremidades?
- ¿El tipo de crecimiento de las chicas es igual que el de los chicos? De no ser así, ¿en qué aspectos se diferencia?
- Las “desproporciones” corporales, que pueden aparecer en la adolescencia, ¿desaparecen al llegar al estado adulto o se mantienen? ¿Podrías diseñar una forma de comprobarlo?

Comentario A.18. Durante la adolescencia se pueden dar desproporciones corporales, que se recuperan una vez que se ha realizado el desarrollo. Desde el nacimiento hasta la edad adulta, el ser humano va consiguiendo su proporcionalidad: el tamaño de la cabeza se reduce en relación al cuerpo, y, en ambos sexos, las extremidades y el tronco crecen con mayor rapidez que la cabeza y el cuello. La pubertad influirá en un aumento del tamaño de las caderas en las chicas, a partir de los doce años; en cambio, el perímetro torácico será mayor en los chicos.

El aumento del tamaño y del peso no sólo se consigue en la globalidad externa del organismo, sino también en todos sus órganos y sistemas. Desarrollarse no es únicamente añadir más materia a un organismo, sino crear en él una estructura con una forma determinada.

Una actividad complementaria recomendable podría ser que los alumnos cultivaran en clase algunas plantas y tomaran las medidas del crecimiento diferencial que en ellas se da, para contestar a la pregunta: ¿se desarrollan a distintas velocidades las diferentes partes de una planta? Mediante su realización, los alumnos podrían darse cuenta de que el desarrollo diferencial es algo que no sólo ocurre en las personas, sino en todos los organismos.

A.19. Madurando

Mientras que el crecimiento es un proceso cuantitativo, en el que se produce un incremento del número celular, la maduración es un proceso cualitativo en el que tiene lugar el desarrollo de las funciones orgánicas. Afecta a la persona en su totalidad, pudiéndose hablar de un desarrollo físico, sexual y también psíquico. El desarrollo se inicia con el nacimiento, y en la etapa llamada pubertad el niño se hace hombre y la niña mujer. Como es lógico, esto no ocurre en un día.

Esta etapa es un período en el que se producen los cambios anatómicos y funcionales que llevan a la formación de la estructura de una persona adulta. Coincide con el período psicológico llamado adolescencia. Ambas pueden darse simultáneamente en el tiempo,

pero no tiene por qué ser de esta manera. La adolescencia puede iniciarse antes o después de la pubertad, pero suele acabar mucho más tarde: alrededor de los veinte años o más.

En cada persona, niño o niña, en un momento determinado que depende de factores todavía no bien conocidos, se produce una especie de señal de aviso, de "disparo puberal", que se inicia en la hipófisis. Ésta es una glándula situada en la región cerebral que fabrica numerosas hormonas encargadas de regular el funcionamiento de nuestro cuerpo. Entre sus funciones se halla la de controlar el momento de comienzo de la pubertad, el despertar a la vida sexual y adulta de una persona en crecimiento.

- **Vamos a leer la historia de una persona joven. Hacedlo con atención para contestar las preguntas que se formulan al final.**

"Len tenía mucha personalidad y una gran fuerza interior. Tenía diez años, y no le gustaba demasiado el rollo que se llevaban los mayores, los adultos, por lo que un día lo pensó bien y ¡decidió no crecer!, quería quedarse como estaba. Le gustaba su tamaño y no quería cambiar de estatura. Su ropa, su cama, su habitación, sus juegos, sus amistades, eran de su agrado, y pensó: ¿por qué tengo que cambiar?"

Len se preparó para utilizar toda su fuerza mental para conseguir su propósito y decidió actuar. Para ello envió mensajes a todas las células que formaban su cuerpo, avisándoles de su propósito. Debían saber que cuando llegara el potente mensaje de la poderosa hipófisis, avisando de que había llegado el momento, que iba a empezar el cambio de la pubertad, ellas no debían hacer caso, no debían actuar posibilitando el crecimiento y la maduración. Len era fuerte, y por ello sus órdenes debían ser obedecidas.

Y así ocurrió. Todo quedó tranquilo, como hasta entonces. Len acabó el curso, con buenos resultados, y pasó unas estupendas vacaciones de verano, encontrándolo todo como le gustaba, en su sitio, sin cambios.

El problema llegó al volver al colegio en septiembre. Descubrió que todos sus compañeros y compañeras habían cambiado, ya no eran los mismos, sus cuerpos habían crecido, se habían ensanchado o estirado... Sus caras también habían sufrido cambios, su voz, sobre todo en los chicos, se había hecho diferente, y qué decir de otras cosas... Las chicas, desde luego, no eran las mismas; algunas partes de su cuerpo se habían desarrollado tanto que su aspecto era...

Len se sentía una persona extraña: estable en un mundo cambiante. Aunque le gustaba su cuerpo, tampoco podía integrarse y sentirse feliz, al no pertenecer a su grupo de amistades. Y como era una persona muy decidida no lo pensó dos veces, cambió de idea, para que su cuerpo pudiera evolucionar y que tuviera lugar su maduración, su transformación en una persona adulta. Pero debía actuar deprisa, había mucho trabajo por hacer. Todo el cuerpo iba a verse implicado en una gran actividad para recuperar el tiempo perdido. También su forma de pensar y su conducta iban a verse afectadas."

- ¿A qué elementos de su cuerpo tuvo que enviar Len sus mensajes para evitar el crecimiento?
- ¿Qué decían los mensajes que envió Len a sus células cuando evitó su crecimiento y desarrollo y qué vías utilizó para enviarlos?
- ¿Qué medios utiliza la glándula hipófisis para avisar al cuerpo de que ha llegado la pubertad y qué órganos son los principales receptores de estos mensajes? ¿Qué transformaciones se producen en ellos?
- ¿Cuál es el sexo de Len, un chico o una chica? ¿Cómo lo has averiguado?

Comentario A.19. Esta actividad nos servirá de recapitulación de la serie de conceptos que hemos ido trabajando en este apartado.

Se quiere indicar que la maduración puberal no depende de ningún factor controlable por las personas, que el reloj que pone en funcionamiento los cambios puberales es la hipófisis, y lo hace segregando hormonas que a su vez activan la producción de las hormonas sexuales, cuyos efectos sobre los caracteres sexuales secundarios ya se han comentado.

El momento cumbre de la pubertad, que indica que el desarrollo está progresando, lo marcan dos acontecimientos: la menstruación en las chicas y la eyaculación en los chicos; éstos y otros cambios físicos y fisiológicos deben ser tratados con naturalidad por el alumnado, por lo que el profesorado debe intentar crear un clima en el aula que favorezca la resolución de las dudas y conflictos que sobre estos temas se pueden presentar. Y no hay que perder la ocasión de recordarles que aunque en una misma clase todos tengan las mismas edades, cada persona tiene su propio grado de desarrollo.

El texto oculta a propósito el sexo de Len, que podría ser tanto un chico como una chica; sin embargo, los alumnos es probable que le atribuyan un sexo masculino, por la cultura androcéntrica predominante en nuestra sociedad, en la que se usa el sexo masculino como genérico diferencial para los dos sexos; a pesar de que en el texto no se haya abusado de ésta práctica. Este pequeño ejercicio de análisis para un uso no sexista de la lengua nos servirá de introducción a posteriores actividades de coeducación.

El aprendizaje

Las personas disponemos de un sistema nervioso muy desarrollado, pero nacemos con muy pocos comportamientos heredados; de ahí nuestra invalidez en las primeras etapas de nuestra vida.

Sin embargo, en nuestra historia personal, a medida que vamos creciendo y madurando, vamos adquiriendo pautas de conducta cada vez más complejas. Esta adquisición la hacemos mediante el aprendizaje, de forma que podemos variar el rumbo de nuestra vida a voluntad, según pongamos en práctica, o no, lo que aprendemos.

A.20. ¿Criaturas indefensas?

- ¿A qué crees que se debe que la especie humana en el momento de su nacimiento se presente inválida y con necesidad de cuidados durante tanto tiempo, mientras que la mayoría de los animales no los necesitan y son pronto autosuficientes?

Vamos a utilizar, para contestar a esta pregunta, la técnica llamada **“lluvia de ideas”** que nos servirá para poner en común el conjunto de conocimientos y opiniones que tengamos sobre el tema: cada alumno debe decir, al menos, una idea que le sugiera la pregunta. No se permite discutir las ideas que vayan surgiendo; solamente se puede indicar que se aclare lo que se dice en caso de que no se haya comprendido.

La persona coordinadora mientras tanto va anotando las ideas expresadas. Terminada esta fase, se discute para escoger las ideas que resuman la opinión de la mayoría del grupo.

Comentario A.20. La lluvia de ideas o "brainstorming" es una dinámica de grupo muy útil para poner en común el conjunto de ideas previas del alumnado sobre un tema, y llegar colectivamente a una síntesis. La pregunta formulada debe ser clara y lo suficientemente abierta como para permitir que los alumnos y alumnas puedan responder basándose en su experiencia. Es una técnica muy adecuada para iniciar el estudio de un tema, y permite desarrollar el pensamiento creativo al no existir límites ni condiciones para su expresión.

Es importante aprovechar esta secuencia didáctica para plantear por qué es necesario ese aprendizaje, y el significado e importancia del mismo en la conducta humana. Nuestra especie dispone de un fenómeno que nos caracteriza, que es el aprendizaje. Lo que nos diferencia del resto de las especies no son las diferentes conductas heredadas, muchas o pocas, que nos den autonomía poco después del nacimiento, sino la capacidad de conductas que podemos aprender. El bebé cuando nace no sabe hacer nada, por ello es tan grande su capacidad de aprendizaje. Si tuviera muchas pautas heredadas de conducta, su capacidad de aprendizaje estaría limitada por ellas.

A.21. Progresamos porque aprendemos

El medio ambiente que nos rodea, natural y social, es para las personas el factor externo que motiva y provoca la necesidad de aprendizaje. Desde que nacen, los niños se van adaptando a su medio, realizando constantemente nuevos aprendizajes. Éstos se producen no sólo en un contexto formal como es la escuela, sino en multitud de situaciones informales, como es el ámbito familiar, el juego, ver la televisión, ir al cine, charlar con los amigos, etc.

Nuestra capacidad de aprender las más variadas cosas y aplicarlas a diferentes contextos es muy grande. Vamos a debatir esta cuestión, pero antes realiza la siguiente actividad:

- Toma una tira de papel de unos 30 cm de largo por cuatro o cinco de ancho. Como todas las superficies, tiene dos caras: el anverso y el reverso, ¿verdad? Pues bien:
 - Sujeta cada extremo del papel con una mano y dale media vuelta girando una sola de las manos. Después pega los dos extremos. Habrás formado el famoso **anillo de Moebius** que sólo tiene una cara y unas extrañas propiedades. Para comprobarlo:
 - Traza una línea a lo largo de la tira de papel y, sin levantar el lápiz, cuando regreses al punto de partida, estarán las "dos caras" del anillo marcadas.
 - Puedes colorear la cara exterior del anillo y comprobarás que, cuando termines, todo el papel estará coloreado.
 - Ahora, corta la tira de papel a lo largo, aproximadamente por la mitad. Si esperas conseguir dos anillos estás equivocado, pues sólo obtendrás uno dos veces más grande que el primero.
 - Con otro anillo de Moebius lo vuelves a cortar a lo largo, pero esta vez, en lugar de hacerlo por el centro, lo cortas a un tercio del borde. ¿Qué obtienes?

- Jugando con una tira de papel, ¿has aprendido algo? ¿Te has divertido, te ha gustado? ¿Qué cosas piensas que hemos aprendido? ¿Lo consideras importante? ¿Te gustaría enseñárselo a alguien? ¿Cómo crees que este conocimiento ha llegado hasta nosotros?
- Cuando decimos que hemos aprendido algo, ¿qué queremos expresar? Haced un debate sobre esta cuestión y recoged las conclusiones en un panel.
- ¿En qué situaciones y de qué maneras diferentes crees que aprendemos los seres humanos? Poned en el papel ejemplos ilustrados de vuestra vida cotidiana.

Comentario A.21. *Es evidente que esta actividad está planteada como un juego, en el que queremos sorprender al alumnado y despertar su curiosidad; por ello damos una serie de instrucciones para llevarlo a cabo. Está fuera de lo que entendemos por aprendizaje científico y formal, pero su realización pretende varios objetivos: comprobar que una de las características de la especie humana, quizá la más importante, es su capacidad de aprender y la de transmitir el conocimiento; que el aprendizaje puede ser formal e informal, es decir, que no sólo se aprende en la escuela, sino en el ambiente donde nos desenvolvemos; que por este aprendizaje podemos determinar en gran parte nuestros propios comportamientos; que en el aprendizaje y su puesta en práctica reside la facultad de mejorar nuestra calidad de vida.*

Desde su nacimiento el niño sufre numerosas exigencias del medio que estimulan su aprendizaje. Se aprende en relación a la totalidad de la persona, a su relación con los otros y con el contexto que lo rodea, a su micro y macromundo.

Un criterio importante de aprendizaje es el de adaptación activa al medio, lo cual es una expresión de salud. Salud y aprendizaje son interdependientes, ya que quien aprende está en mejores condiciones para hacer frente a los problemas de la vida.

El comportamiento humano

Hemos visto que las personas podemos aprender, al estar dotados genéticamente de un complejo sistema nervioso que lo permite. Nuestro aprendizaje es el resultado de una interacción, es decir, de una influencia mutua entre el ser humano y su entorno, y supone la capacidad de modificar el comportamiento.

Nuestro comportamiento va evolucionando en función de los distintos aprendizajes, de las sucesivas interacciones, con uno mismo, con otras personas y con el ambiente natural. Por tanto, para que una persona pueda aprender y desarrollarse no basta con tener un sistema nervioso preparado para ello, se precisa también un ambiente que lo permita y favorezca. Este ambiente es nuestro medio natural y social, nuestro entorno, nuestra familia, nuestra cultura. El aprendizaje depende de este ambiente complejo en el que nos desenvolvemos. Por ello, niños de diferentes culturas aprenden comportamientos distintos.

Vamos a ver cómo influye el ambiente en nuestro comportamiento. Dado que son muchos los factores de nuestro ambiente que podemos estudiar, y muchos los aspectos de nuestra conducta que podríamos considerar, nos ceñiremos a uno solo, a la influencia que la sociedad ejerce en nuestra actitud y modo de proceder hacia las personas según sea su sexo.

A.22. Comportamientos masculinos y comportamientos femeninos

En cualquier sociedad hombres y mujeres se comportan de modos distintos en determinadas circunstancias. Cualquier niño o niña contempla desde su nacimiento la existencia de estos diferentes comportamientos en los adultos. Puesto que existen diferencias estructurales y fisiológicas en el cuerpo de mujeres y de hombres, y en muchas ocasiones el comportamiento de unas y otros es diferente, se relaciona el sexo con el comportamiento. Y los niños y niñas así lo creen.

El razonamiento es el siguiente: como hombres y mujeres tienen cuerpos distintos, deben tener diferentes comportamientos. De esta forma se intenta encontrar una relación de causa y efecto entre las diferencias de conducta, aunque no las hay.

Hemos visto, al estudiar nuestro cuerpo, la regularidad e igualdad entre los dos sexos, y aunque existen diferencias heredadas, muchos de los caracteres anatómicos que llamamos secundarios son variables y no se pueden atribuir en exclusividad a un sexo determinado, y mucho menos se puede hacer con los comportamientos que dependen del ambiente donde tiene lugar el aprendizaje.

- ¿Crees que existen comportamientos “típicamente masculinos” y “comportamientos femeninos”? ¿Qué opinas?
- Después de ver el vídeo titulado *Identidad y coeducación*, realizad un debate, expresando vuestras opiniones sobre el tema.

Para agilizar el debate, presenta un pequeño informe indicando:

ANÁLISIS DE UN VÍDEO		
¿Cuál es para ti el mensaje fundamental que trata de transmitir el vídeo?		
¿Estás de acuerdo con él? Razónalo		
¿Qué aspecto te ha parecido más relevante y te ha llamado más la atención?		
¿Qué elemento del vídeo te ha gustado menos?		

Vídeo: *Identidad y coeducación*, M. E. C. Programa Olympus, 1992.

Comentario A.22. Si dejamos de lado actos tan primitivos como el parto y el amantamiento, el resto de comportamientos diferenciales que atribuimos a mujeres y hombres son consecuencia del aprendizaje.

Los primeros agentes que contribuyen a atribuir una identidad diferente según el sexo de una criatura son los padres. Más tarde, los diferentes agentes de socialización, la escuela, los amigos, los ídolos, irán contribuyendo a su reforzamiento e interiorización.

Los individuos, según su sexo biológico, reciben un trato, existiendo diferencias de actitud en padres y cuidadores según que la criatura sea un niño o una niña, tal como se ha mostrado en el vídeo.

Durante la infancia, cuando una niña se comporta "como se espera de una niña" será aprobada por los que la rodean en su medio social, y lo mismo ocurre con el varón. Si no lo hicieran así, su comportamiento sería reprobado. De esta forma sutil se van modelando las conductas de género, el aprendizaje del papel sexual, del papel que la sociedad atribuye a uno y otro sexo. Éste es un buen ejemplo de la influencia del ambiente sobre el comportamiento humano, que, enfocado de modo positivo, puede mejorar el ambiente de aula y por tanto el aprendizaje.

A.23. Las características personales

- Contesta individualmente el siguiente cuestionario, señalando cuáles de las siguientes cualidades te resultan más agradables en personas de sexo femenino y en personas de sexo masculino.

Puedes contestar en cada caso con:

Nada (**N**) Algo (**A**) Bastante (**B**) Mucho (**M**)

ME LLAMO y me resultan agradables las		
...siguientes cualidades personales...	...en la mujer	...en el hombre
1. Curiosidad		
2. Limpieza		
3. Orden		
4. Intuición		
5. Capacidad de asumir riesgos		
6. Sumisión		
7. Independencia		
8. Objetividad		
9. Emotividad		
10. Espíritu de iniciativa		
11. Espíritu de sacrificio		
12. Pasividad		
13. Extroversión		

- Analizad los resultados del cuestionario. Para ello debéis hacer un vaciado del mismo.
- Cada equipo se encargará de un grupo de cuestiones. De cada una de ellas obtendrá el porcentaje de respuestas (Nada/Algo/Bastante/Mucho) para cada sexo, y los resultados serán expuestos numéricamente y de manera gráfica mediante diagramas de barras.
- Realizado el trabajo se reunirán los resultados y se efectuará un informe con las conclusiones. ¿Qué opináis de los resultados obtenidos?

Comentario A.23. *Esta actividad nos permitirá evidenciar las actitudes de los alumnos respecto a las diferentes capacidades que se atribuyen a las personas en función de su género, al tiempo que las adiestramos en el manejo, proceso y análisis de datos.*

Desde las clases de ciencias, el profesorado tiene excelentes posibilidades de contribuir a modificar las falsas diferencias que se atribuyen a la personalidad de chicos y chicas, que evidentemente tienen cualidades diferentes, pero que no son naturales, sino adquiridas, y cuya percepción puede influir en el aprendizaje de las ciencias.

Numerosos estudios han demostrado que las personas educadoras no tienen la misma actitud frente a los chicos que frente a las chicas, y que este fenómeno actúa como una interacción que se ve reforzada por las reacciones de alumnos y alumnas, que tienden a confirmar lo que se espera de ellos (la llamada profecía autocumplida, según la visión de Good y Brophy, 1987).

El profesorado cree que los muchachos están naturalmente mejor dotados para las disciplinas científicas y técnicas que las chicas y que éstas son menos curiosas y audaces. Por ello, desde nuestras clases se pueden contrarrestar determinadas actuaciones, con actividades como:

- *resaltar la habilidad de las chicas para las tareas científicas;*
- *usar libros, materiales didácticos y un lenguaje en el que la mujer no quede ocultada o excluida;*
- *hablar y conocer la contribución de las mujeres científicas, a pesar de las dificultades ambientales, a la construcción de la ciencia;*
- *analizar textos científicos realizando una lectura crítica de sus contenidos. Se pueden utilizar para ello los numerosos cuestionarios que presenta el M. E. C. en algunas de sus publicaciones respecto al tema;*
- *evaluar las propias actividades que se realizan en la escuela, como puede ser una salida al campo, en la que el propio alumnado sea el responsable de la organización. De esta actividad se puede hacer un análisis "a posteriori", en el que se valoren aspectos como ¿cuántos chicos y chicas van?, ¿quién se encarga de comprar la comida común?, ¿quién se ocupa de reunir el equipo necesario para la excursión?, ¿quién determina la ruta que se va a seguir?, ¿qué clase de actividades han realizado los chicos y las chicas durante el desarrollo de la excursión?, etc.*

¿Cómo mejorar nuestra calidad de vida?

Nuestro bienestar depende de nuestros comportamientos y actitudes personales, es decir, de nuestro estilo de vida.

Sabemos que nuestra conducta la podemos variar si ponemos en práctica lo que continuamente estamos aprendiendo. Pero esto no es fácil. Podemos querer una cosa y hacer otra. Nuestras acciones dependen de nosotros mismos, del interés que tengamos en alcanzar una cosa y de la influencia que tiene el entorno donde nos movemos, amigos, familiares, circunstancias, etc., que nos pueden ayudar o dificultar.

Todos deseamos aumentar nuestro bienestar, nuestra calidad de vida, pero esto también debe aprenderse y, lo que es más importante, ponerlo en práctica. Vamos a ver algunos temas sobre los que interesa reflexionar y tomar alguna decisión.

La salud como bienestar y calidad de vida

Hoy en día todo el mundo maneja el concepto de salud, pues se considera como un valor que se debe potenciar en nuestra sociedad. Parece que está de moda “llevar una vida saludable”, tener un aspecto físico saludable, comer alimentos saludables, tener vacaciones, una casa, relaciones sexuales saludables, etc.

A.24. Pero, ¿qué es para ti la salud?

¿Qué significa para vosotros este sustantivo que se añade ahora a tantas cosas: alimentos, sensaciones, relaciones humanas, etc.?

- Vamos a contestar individualmente a estas cuatro preguntas:
 1. ¿Qué es para ti la salud?
 2. ¿Qué perjudica a la salud?
 3. ¿Qué favorece a la salud?
 4. ¿Es importante la salud para ti? ¿Por qué?

Vamos a realizar la actividad mediante la técnica de escritura colectiva: se escriben en la pizarra todas las contestaciones (evitando repeticiones) de cada uno de los apartados y luego se ordenan de forma que se puedan recoger todas en una o dos frases. Obtendremos así, de cada pregunta, las respuestas claves que sintetizan vuestras opiniones respecto al tema.

Después, el profesor expondrá las definiciones de la O. M. S. sobre el concepto de Salud y las comparareis con vuestras ideas.

Comentario A.24. Una actividad semejante fue realizada por Miguel de Arenal (1992) con resultados positivos, presentándose las siguientes respuestas: La salud es: “No tener enfermedades”, “Sentirse bien por dentro”, etc. Es decir, abarcan las condiciones físicas y psíquicas de la salud. Para la pregunta ¿qué perjudica la salud? suelen señalar todos los factores de riesgo de la sociedad actual, no consideran la persona como un individuo aislado, sino dentro de un contexto, pues remarcan la contaminación y el deterioro ambiental, la falta de

amigos, además de falta de higiene y mala alimentación. En la tercera pregunta, ¿qué favorece la salud?, proponen soluciones a los problemas antes señalados: tener amigos, las relaciones sexuales, el aseo personal, etc., incluyendo las medicinas. La cuarta pregunta no suele tener un gran abanico de respuestas, concentrándose en unas pocas como: "Sin salud no se podría vivir", etc. Ésta es la contestación que está menos interiorizada, porque la salud sólo es valorada cuando hay una carencia, ya que se considera un estado de bienestar.

Las definiciones que propone la O. M. S. que consideramos más operativas para trabajar con los alumnos y alumnas son:

"La salud es un estado completo de bienestar físico, mental y social, y no consiste solamente en la ausencia de enfermedades e invalideces" (1948).

"La salud es la capacidad de desarrollar el propio potencial personal y responder de forma positiva a los retos del ambiente. Se considera como un recurso para la vida, no como el objeto de la misma" (1985).

De estas dos definiciones destacamos la existencia de tres dimensiones de la salud: la física o biológica, la psíquica o mental, y la social o solidaria; y por otro lado, que nos permite entender la salud como un proceso, como una conquista personal y social, no como un estado, sano o enfermo, sino como una continua evolución. Lo importante es destacar la salud como una capacidad de poder funcionar para hacer frente a los continuos problemas que el ambiente, que la vida, nos depara.

Los jóvenes no se comprometen con una visión de la salud entendida como ausencia de enfermedad, sino con el bienestar, que es un elemento clave en la educación para la salud en los jóvenes. La juventud tiene una visión consumista de la salud, piensan que disponen de un gran potencial de salud y que, por tanto, no deben preocuparse todavía de ella. Pero es fácil, reflexionando sobre nuestra forma de vida, establecer la estrecha relación que existe entre bienestar, calidad de vida y salud.

Datos experimentales en promoción de salud nos informan que incrementando únicamente los conocimientos sobre los riesgos de ciertas conductas no se consiguen cambios de actitudes y de comportamientos. Igualmente tampoco es adecuada una estrategia en la que se prescriban modelos de vida. Los instrumentos para promocionar estilos de vida saludables en los jóvenes deben ser la autorreflexión y la autocrítica, trabajar los sustratos básicos de la personalidad como la autoestima y la autoconfianza, mejorar la resistencia a las presiones sociales, tan importantes en los adolescentes, desarrollar habilidades personales en la toma de decisiones...; en suma, aumentar los conocimientos sobre la diversidad de posibles actuaciones, para que sea el propio alumno o alumna quien pueda elegir.

Potenciar la salud, la capacidad de desarrollar el propio potencial personal respondiendo a los retos del ambiente, es un objetivo que se ha ido trabajando a lo largo de esta Unidad didáctica, tanto en conceptos como en actitudes. Hemos visto que, tanto el ambiente como nosotros mismos, podemos influir poderosamente en mejorar nuestras conductas. Se puede potenciar la salud adoptando unos determinados comportamientos, unos hábitos que en muchos casos dependen de nosotros mismos. No obstante, no hay que responsabilizar únicamente al individuo, pues existen problemas de salud que dependen de factores socioambientales; en los jóvenes, por ejemplo, la frustración y la falta de opciones de vida son un vehículo importante de riesgos para la salud.

Las principales pautas de comportamiento o estilos de vida los podemos agrupar en cuatro grandes apartados: "El cuidado personal y ambiental", "La alimentación y nutrición", "El equilibrio personal" y "La sociedad de consumo". Es imposible desarrollar adecuadamente estos cuatro bloques en el tiempo disponible de una Unidad didáctica como ésta. Por ello, priorizaremos aquellos temas que el alumnado seleccionó en la primera actividad, "Para empezar". No obstante, nosotros desarrollaremos algunos aspectos que, al tiempo que sirven de ejemplo de cómo abordar la Educación para la Salud desde las

Ciencias Naturales, son de interés para el alumnado, como así lo han demostrado las múltiples encuestas que se han hecho a tal efecto.

El cuidado personal y ambiental

Aprender a conocer nuestro cuerpo, sus señales, sus problemas, sus necesidades, y ofrecerle los cuidados que requiere, es una buena forma de conseguir un mayor bienestar.

A.25. ¿Sabemos cuidarnos?

- Contesta de manera individual el presente cuestionario.

Después haremos entre todos y todas una puesta en común que nos permitirá aclarar las posibles dudas que surjan acerca de los cuidados que exige nuestro cuerpo.

HIGIENE Y CUIDADOS PERSONALES	
¿Con qué frecuencia crees que hay que ducharse o bañarse?	
¿Con qué frecuencia te lavas la cabeza?	
¿Con qué frecuencia te lavas los dientes?	
¿Cuál crees que es la causa que produce las caries dentales?	
¿Por qué hay que lavarse las manos antes de las comidas?	
¿Qué puede ocurrir si no te lavas las manos después de realizar tus necesidades?	
¿Te muerdes las uñas?	
¿Crees que debes usar el bidet en tu aseo personal?	
¿Con qué frecuencia hay que cambiarse la ropa interior?	
¿Consideras que posees suficientes conocimientos sobre sexualidad?	
¿Conoces suficientemente los métodos anticonceptivos y de prevención de enfermedades de transmisión sexual?	
¿Qué productos consideras que son drogas?	
¿Conoces alguna sustancia de uso doméstico que sea peligrosa para tu salud? ¿Cuáles?	
¿A qué distancia de los ojos sitúas el papel que estás leyendo?	
¿Por qué crees que podemos tener lombrices?	
¿Cuál es la causa principal de que al estornudar nos pongamos la mano sobre la boca?	
¿Por qué crees que después de jugar con un perro o gato debemos lavarnos las manos?	

Comentario A.25. Esta actividad nos permitirá conocer algunas ideas de los alumnos sobre la importancia de ciertos hábitos de higiene y cuidado personal. Pretendemos evidenciar algunas incoherencias y errores en las explicaciones causales que efectúen, y también poner de manifiesto aciertos que hay que resaltar. Podemos entonces, a través de este cuestionario y otros similares, realizar una evaluación inicial de sus concepciones en relación con la higiene, la salud, el consumo y el medio ambiente.

Este cuestionario aborda solamente algunas de las muchísimas cuestiones que podrían tratarse con respecto al apartado de cuidado personal y ambiental. Aspectos como la prevención de accidentes, el cuidado de su entorno, su actividad y descanso, el ocio y el tiempo libre, etcétera, no se tienen en cuenta. El profesorado deberá modificarlo y contextualizarlo en función de los intereses manifestados por los alumnos, y de los problemas de salud que se consideren más prioritarios en la propia escuela o en el entorno social. Se priorizan los aspectos que se consideren más relevantes y que constituyan núcleos generadores e inclusivos de nuevos conceptos, actitudes y hábitos en relación con su cuidado personal y ambiental.

A.26. Tomando decisiones “sobre el acné”. El papelógrafo

Una de las cuestiones que afectan directamente a nuestro cuidado personal son los problemas que podemos tener con nuestra piel, concretamente la aparición de granos (el acné).

En los adolescentes, como consecuencia de su desarrollo, son frecuentes las alteraciones de la grasa, tanto corporal como del cabello y cara, lo que comporta su aparición. Aunque se trata de un problema temporal, su presencia en el rostro afea, se puede extender y llega a alterar el estado de ánimo de quien lo sufre, por lo que debemos prestarle atención.

- ¿Qué es el acné? ¿Cómo se produce? ¿De qué forma podemos combatirlo? Seguro que son preguntas cuyas respuestas te interesa conocer.
- Para ello vamos a utilizar la técnica del “papelógrafo”. Su objetivo consiste en que un grupo de trabajo deje escritas, sobre un gran papel que ocupe gran parte de la pared para que toda la clase lo pueda leer, las ideas y opiniones acerca de un tema y los acuerdos que respecto a él se tomen. Al final, sus conclusiones las expondrán oralmente ante todos los compañeros y compañeras en una sesión de puesta en común en gran grupo.

La técnica es sencilla:

1. Definir el problema que se va a tratar. ¿Qué es el acné? ¿Cómo se produce? ¿De qué forma podemos combatirlo?
2. Buscar información sobre el mismo.
3. Seleccionada la información, se escoge, presenta y expresa de la forma más gráfica y clara posible, para que el resto de la clase la pueda entender.
4. Averiguadas las causas del problema, debe haber una discusión en grupo acerca de las acciones que se pueden adoptar para su solución. Hay que tener en cuenta no sólo el aspecto biológico, sino también el psicológico del problema.
5. Establecer “por consenso” las acciones que se van a realizar para evitar o mejorar el problema del acné, lo que representa un “compromiso de acción”, que deben quedar también escritas en el papelógrafo.

Comentario A.26. Esta actividad, como todas las de este apartado de "¿Cómo mejorar nuestra calidad de vida?", pretende no sólo conseguir información, sino procurar que el alumnado adopte estilos de vida saludables que minimicen todo lo posible los problemas normales de su edad, como es el caso del acné. Hay que tener presente que modificar un hábito, una pauta de conducta habitual, es muy difícil, como nosotros mismos hemos constatado en numerosas ocasiones. Para ello es necesario movilizar las actitudes, en las que intervienen no solamente aspectos cognitivos, sino también afectivos y de conducta. Trabajar con actitudes requiere una metodología activa, participativa, que permita una reflexión y explicitación de los valores que determinan nuestras conductas. Por ello es necesario, si queremos hacer una educación para la salud, utilizar métodos que requieran la implicación y el compromiso de los alumnos y alumnas.

Para ello empleamos la técnica del papelógrafo e incitamos a la toma de decisiones acerca de cómo solucionar el problema. No se trata de que aumente el consumo de pomadas antigranos creyendo en sus "milagros", sino de higiene personal, alimentación equilibrada y descanso conveniente, para facilitar la vuelta al equilibrio de las hormonas, cuyo desajuste suele ser la causa del acné. Se trata, no de que se creen traumas, sino de conocer el problema, evitar que se propague por la piel y reconocer su aparición como una cuestión ligada a la edad y su proceso de maduración.

Ahora bien, de la misma forma que tratamos el problema del acné, se pueden abordar otros temas de su interés en relación con la salud, y que nosotros ya tendremos previstos basándonos en el cuestionario que les presentamos al inicio de la Unidad didáctica. Dado que este apartado es de "El cuidado personal y ambiental", podemos ofrecer a cada grupo de la clase un problema distinto, como puede ser:

- a) ¿Es signo de solidaridad la contribución a erradicar las enfermedades contagiosas? Las vacunaciones y la hepatitis B.
- b) Pensar globalmente y actuar localmente: ¿cómo mejorar nuestro ambiente más próximo, el aula?
- c) ¿Cómo mejorar nuestro aspecto personal? Selección, utilización y cuidado de ropa y calzado.

Esta actividad puede ser utilizada con una finalidad evaluativa, si valoramos su capacidad de búsqueda, tratamiento, selección y presentación de la información, la profundidad de los acuerdos adoptados, la capacidad de convencer a sus compañeros y compañeras en la puesta en común, en el enfoque dado al problema, etc.

La alimentación y nutrición

La alimentación inadecuada es uno de los problemas más graves de salud que tiene el mundo de hoy; sin embargo, si realizamos un análisis del problema, nos encontramos con una gran paradoja, con una gran contradicción. Un 40% de la población mundial sufre de subalimentación, recibe una menor cantidad de alimentos de lo imprescindible para mantener su salud, y un 10% sufre hambre crónica.

Sin embargo, en los países industrializados, un 40% de las personas presenta problemas, no en conseguir suficientes alimentos, sino en seleccionarlos correctamente. Sufren una alimentación parcialmente carencial al faltar en su dieta determinadas sustancias nutritivas necesarias, como vitaminas, sustancias minerales o fibra vegetal. En algunos casos incluso, el problema es la sobrealimentación, es decir, el exceso de alimentos en relación con el tipo de vida que llevan.

Pero la alimentación es algo más que el proceso fisiológico de la nutrición. Es el resultado de la cultura de un pueblo, de la forma y costumbres de comprar, almacenar, cocinar, presentar un conjunto de alimentos, etc. Comer no es sólo satisfacer las necesidades nutritivas del organismo, es también una sensación placentera, una forma de relacionarnos con los demás, un conjunto de ritos y tradiciones culturales. Por ello es tan difícil variar las costumbres alimentarias, los hábitos que se han ido adquiriendo a lo largo de la historia personal de cada ser humano, en una familia y un ambiente sociocultural determinado.

A.27. ¿Cuánto tiempo empleas?

- Señala de manera individual en la siguiente ficha el tiempo que dedicas diariamente a cada una de las actividades mencionadas.

ASPECTOS DIFERENTES					
	<i>Mañana</i>	<i>Mediodía</i>	<i>Tarde</i>	<i>Noche</i>	<i>Total</i>
<i>Asearte</i>					
<i>Jugar</i>					
<i>Dormir</i>					
<i>Comer</i>					
<i>Ver televisión</i>					
<i>Estudiar</i>					
<i>Hacer deporte</i>					

- ¿Qué actividad desarrollas más veces al día?
- ¿Cuánto tiempo, en horas, inviertes cada día en comer?
- ¿Cuánto tiempo, al cabo de un año, le has dedicado a tu alimentación?
- Calcula el tiempo que has pasado comiendo a lo largo de tu vida.
- Realizad a continuación una puesta en común de estas cuestiones y sacad el valor medio de los resultados obtenidos en cada una de ellas. Haced un debate sobre el tema.

Comentario A.27. *Abordar la enseñanza y el aprendizaje de la Alimentación y Nutrición en dos o tres actividades, en una pequeña secuencia de esta Unidad didáctica, es un objetivo que desborda nuestras posibilidades. Por tanto, trataremos fundamentalmente de realizar una visión panorámica de la misma y de resaltar la importancia que tiene adquirir ciertos hábitos alimentarios en la promoción de un estilo de vida saludable.*

Está exhaustivamente demostrada la relación directa entre alimentación equilibrada y salud. La nutrición es un proceso fisiológico, involuntario e inconsciente, sobre el que directamente no podemos actuar, pero la alimentación sí que es voluntaria, sí que podemos influir en que la nutrición sea equilibrada, y no podemos olvidar que al tratarse de actos conscientes, pueden ser modificados mediante una educación para la salud, sin olvidar que es mucho más fácil desarrollar nuevos hábitos positivos que desterrar costumbres alimentarias erróneas ya adquiridas; por ello es tan importante actuar en edades tempranas, cuando se están fijando en los adolescentes las pautas de conducta que constituirán su vida adulta.

Comer no sólo es una necesidad fisiológica, sino muchas veces una forma de relación social o un placer en el que se mezclan aspectos físicos y psicológicos. Es también una señal de identidad cultural. Cada pueblo ha generado en su cultura unos usos alimentarios tradicionales. El ser humano no elige sus alimentos de forma espontánea, ni de acuerdo con sus necesidades fisiológicas, sino sobre todo, de una forma fijada a lo largo de su vida por hábitos sociales.

El objetivo de esta actividad es resaltar el hecho de que alimentarnos tiene una gran importancia en nuestros hábitos cotidianos, ocupando gran parte de nuestra actividad diaria. Lo fundamental es que los estudiantes reflexionen sobre el hecho de que la alimentación está presente en nuestras vidas, a lo largo de todos los días, formando parte de nuestra cultura cotidiana.

A.28. Los nutrientes de la mañana

- ¿Sabéis qué sustancias habéis tomado con los alimentos del desayuno y del almuerzo?

Podéis averiguarlo utilizando para ello una tabla de composición de alimentos españoles. En ella encontraréis, para cada alimento, su composición y riqueza en sustancias nutritivas.

- Escoged entre toda la clase el desayuno y almuerzo que os parezca más completo.
- Haced un listado de todos los alimentos que han entrado a formar parte de esas dos comidas.
- Para facilitar la tarea, cada grupo escogerá un alimento y anotará en una ficha la cantidad de nutrientes que contiene la ración ingerida.
- Expresad gráficamente mediante un diagrama de barras los datos obtenidos para cada alimento. No olvidéis anotar las unidades en que se expresa cada nutriente.

Comentario A.28. *La actividad consiste en conocer, mediante el estudio del desayuno y almuerzo de un día, las principales sustancias nutritivas presentes en los alimentos. Se procurará que los estudiantes escojan un almuerzo consistente en un bocadillo de jamón, chorizo, queso o similar, es decir, ricos en proteínas, y alguna fruta o zumo. Así, al estudiar mediante las tablas adecuadas su composición, nos aseguramos de que aparezcan las sustancias nutritivas fundamentales: Glúcidos, Lípidos, Prótidos, Vitaminas, Minerales y Agua. Si no incorporan leche o derivados en el desayuno, fácilmente se podrá observar la pobreza en calcio, ya que éste se encuentra casi exclusivamente en estos productos.*

No parece apropiado a estas edades hablar de principios inmediatos o de biocatalizadores, sino que hablaremos de sustancias nutritivas o nutrientes como de las sustancias químicas que contienen los alimentos. El profesor o profesora debe concretar y diferenciar el concepto de alimento y de sustancia nutritiva presentes en los mismos, así como las funciones principales: energética, plástica y reguladora que éstas realizan.

Apoyándose en láminas o transparencias se trabajará la clasificación de los distintos tipos de nutrientes que se pueden hallar en los alimentos, y que son los componentes de toda la materia viva.

Con esta actividad se pretende evitar dar "a priori" la típica clasificación de las sustancias nutritivas. Es necesario, pues, que ellos participen activamente en la reconstrucción de esta clasificación.

También es un objetivo de esta actividad que adquieran habilidad y soltura en el manejo de las tablas de composición de alimentos. Es interesante que representen gráficamente los resultados utilizando diagramas de barras o similares, ya que ello facilita el análisis comparativo del valor nutritivo de los alimentos y permite establecer equivalencias entre ellos. Los cálculos matemáticos para averiguar el valor nutritivo de los alimentos son muy sencillos, aunque numerosos; por ello debe efectuarse un reparto de las tareas, estimulando de este modo el trabajo cooperativo.

A.29. Una rueda muy nutritiva

A pesar de la gran cantidad de alimentos que tenemos a nuestra disposición, ya hemos visto que todos ellos están formados por un reducido grupo de sustancias nutritivas. Lo que diferencia un alimento de otro es la distinta proporción en la que estos nutrientes se encuentran.

No existe ningún alimento completo que contenga todos los nutrientes necesarios en la cantidad y en la proporción adecuada. Por ello, para tener una correcta alimentación debemos conocer bien los alimentos, y escoger y combinar cada día aquellos que sean más adecuados a nuestras necesidades.

Por ello, vamos a realizar una clasificación que nos facilite su correcta elección y nos asegure una dieta equilibrada.

- Elegid, entre toda la clase, 50 alimentos de uso cotidiano, para elaborar sobre ellos nuestra clasificación.

Para su elaboración podemos usar muchos criterios, como son: el origen animal o vegetal, el color, el sabor, el medio del que proceden, si han sufrido procesos de transformación, etc. Pero para alcanzar nuestro objetivo vamos a tomar el criterio de "Riqueza en nutrientes".

Formaremos así una rueda con siete sectores: el Grupo I será rico en proteínas, pero también en calcio; el II tendrá alimentos ricos en proteínas; el IV y el V tienen su riqueza en vitaminas y minerales, el V contiene los alimentos que suelen tomarse crudos y poseen un mayor contenido en Vitamina C; en el VI están los alimentos ricos en glúcidos, y el VII los que contienen abundantes lípidos. Finalmente, el III es un grupo mixto que contiene un poco de todo.

- Cada grupo escogerá siete-ocho alimentos de los 50 seleccionados y, consultando en las tablas su riqueza nutritiva, ubicará cada alimento en la gran rueda de siete sectores que iremos construyendo entre todos.

Comentario A.29. *Mediante esta actividad se pretende que los alumnos construyan una clasificación funcional de los alimentos. Si el objetivo es conocer para qué nos sirve un determinado alimento, y según ello incorporado a la dieta, debemos tener en cuenta qué nutrientes contiene que le confieren un valor determinado y cuál es la función de esos nutrientes. Se trata, en suma, de resaltar la sustancia nutritiva mayoritaria en un alimento, pues casi todas ellas estarán presentes, pero en cantidades no significativas para nuestras necesidades dietéticas.*

Tras la clasificación efectuada, que les permitirá enfrentarse con los conceptos más relevantes de la misma, presentaremos la rueda de los alimentos más utilizada en España: la rueda de los siete sectores. Comentaremos también el significado de los colores, para indicar la función que realizan, y su utilidad para asegurarnos una dieta sin grandes desequilibrios.

Es fácil ahora saber si una dieta es equilibrada: bastará con comprobar si cada día se consume al menos una ración de alimentos de cada uno de los siete sectores.

A continuación presentamos una tabla con los requerimientos nutritivos de los adolescentes, según el Ministerio de Sanidad y Consumo, sobre la que se pueden realizar actividades de recapitulación de este apartado.

APORTES ACONSEJABLES DIARIAMENTE				
	Edad	Calorías	Proteínas (gr)	Calcio (mgr)
Varones	13 a 14 años	2.700	50	1.400
	15 a 16 años	3.000	60	1.400
Mujeres	13 a 14 años	2.300	50	1.300
	15 a 16 años	2.400	55	1.300

Equilibrio personal

A pesar de las diferencias, todos los jóvenes comparten una serie de problemas, vivencias y sentimientos comunes. Uno de los problemas más difíciles de abordar es encontrar respuesta a la pregunta ¿Quién soy?, ya que definir y construir la propia identidad no es tarea fácil. Como el ambiente es diferente en cada caso, nos encontramos con circunstancias vitales distintas, que pueden facilitar o dificultar el complicado proceso que tiene cada ser humano de conocerse a sí mismo.

Con mucha frecuencia, las personas se equivocan con respecto a sí mismas cuando piensan en su valía, cuando no aprecian las cualidades que poseen y cuando no se valoran en lo que valen, lo que les impide intentar realizar aquello que les gustaría hacer. La autoestima no es más que la opinión, la valoración que uno tiene de sí mismo, pero está muy influida por lo que uno cree que los demás opinan de sí. No es innata, sino que se genera como resultado de la historia de cada persona.

En cualquier caso, un equilibrio personal adecuado nos permite adaptarnos a la complejidad de los ambientes y situaciones por los que vamos pasando. Para conseguirlo es necesario potenciar características en nuestra personalidad como: capacidad de aceptación de uno mismo, independencia en la toma de decisiones, confianza en poder resolver situaciones problemáticas, disminuir la preocupación ante sentimientos contradictorios, como temores o culpas, capacidad para mantener buenas relaciones con otras personas, interés por el bienestar de los demás, aceptación de responsabilidades, etc.

A.30. Nos conocemos para superarnos

- Escribe en el siguiente cuadro las cualidades positivas que tú crees que posees, tanto respecto a tu manera de ser como de las habilidades y destrezas que no tienes y puedes desarrollar. También puedes anotar aquello que tienes y que estás satisfecho/a de poseer.

NOMBRE.....	
<i>Yo soy</i>	<i>Yo puedo hacer</i>
<i>Yo tengo</i>	

- Para ayudarte a conocerte y a estimarte más, vamos a realizar este ejercicio: ¿estás de acuerdo con lo que piensan sobre ti los demás? Averígualo.
 - Cada alumna y cada alumno escribirá su nombre en la parte inferior de un folio y lo pasarán al compañero contiguo.
 - Cada estudiante dispondrá de un minuto para pensar y escribir algo agradable sobre el compañero o compañera cuyo nombre aparece en el folio. Después, efectuará una doblez en el papel, que tapaná lo que ha escrito, y lo pasará al vecino, y así sucesivamente hasta que todos los compañeros hayáis escrito algo positivo sobre los demás.
 - Al final cada uno recogerá un folio, que no debe ser el suyo propio, y estirándolo, redactará un resumen titulado “Así vemos a...” de las cualidades positivas que se han puesto de manifiesto de esa persona.

— Finalmente, y en voz alta, se lee el resumen que le ha correspondido a cada persona.

Comentario A.30. *La autoestima es una actitud, es la forma de sentir, pensar y comportarse con respecto a uno mismo. Constituye el núcleo básico de la personalidad, la raíz de nuestra conducta, y por ello es precursora y determinante de nuestro comportamiento. Es indispensable en una educación integral del individuo, y sobre todo para fomentar comportamientos y estilos de vida saludables.*

Pero esta actitud no es innata, sino que se adquiere como fruto de nuestra historia personal. Y no sólo se efectúa mediante un aprendizaje formal, sino que se modela también en contextos educativos informales. Como toda actitud, es estable y difícil de cambiar. Pero el autoconcepto se mejora si la persona ve reflejadas sus cualidades, capacidades y competencias. El alumno y la alumna tienen necesidad de encontrar otras personas que les muestren un conocimiento positivo y objetivo de sí mismo, ya que la imagen que los demás nos ofrecen de nosotros mismos nos ayuda a conocernos y valorarnos mejor, a descubrir nuestros talentos y valores. Y ello es lo que se pretende en esta actividad.

El paso de niño a adulto no sólo requiere cambios físicos y fisiológicos, sino también psicológicos. Este inmenso cambio trae inevitablemente consigo una crisis de identidad. La forma en que los jóvenes abordan su crecimiento y maduración está sujeta a una gran diversidad, y a muchos chicos y chicas les cuesta madurar, crecer, lo que provoca en ellos desequilibrios personales. Por ello debemos intentar ayudarles desde la escuela, potenciando fundamentalmente su autoestima.

Y ésta, con ser muy importante, no es la única razón por la que abordamos este tema en el apartado de estilos de vida saludables. Uno de los problemas sociales más graves es el tema de la drogas. Y la opinión científica es unánime en cuanto que el mejor tratamiento es la prevención.

Entendemos que la prevención para el consumo de sustancias en nuestro jóvenes alumnos y alumnas debe realizarse facilitando su maduración personal, preparándoles para tomar decisiones, para decir que no cuando la presión del grupo no sea de su agrado, ayudándoles a reflexionar sobre la escala de valores que quieren adoptar en su vida. Se trata, por tanto, de una prevención inespecífica, en la que no se maneja única o necesariamente información sobre las características de las drogas y sobre sus efectos.

Contribuimos de esta manera a que los alumnos sean capaces de construir su propia escala de valores y de tomar conciencia de las presiones que sobre ellos y ellas ejerce el grupo.

A.31. ¿Qué decidimos? Un humo polémico

Una de las decisiones con las que nos enfrentamos cotidianamente es decir sí o no al consumo de determinados productos que a corto o largo plazo van a tener una influencia negativa sobre nuestra salud. Nos referimos, entre otras, a determinadas sustancias que actúan sobre nuestro sistema nervioso, provocando problemas en las personas, tanto cuando las consumen como cuando dejan de hacerlo. Hablamos de las llamadas drogas, como la nicotina, la cafeína, la cocaína, etc.

En ciertas ocasiones, integrarnos y formar parte de un grupo supone adoptar ciertas conductas en las que parece necesario tomar éstas u otras sustancias. Debes saber enton-

ces cuáles son los riesgos de su consumo, analizarlos y valorarlos, para decidir libremente. Y, sobre todo, para mantener tu equilibrio personal, no las consumas si en realidad tú quieres decir ¡no!

Aspirar el humo que se produce al quemar un cigarrillo es uno de los hábitos más extendidos en nuestra sociedad, por eso merece la pena detenernos sobre él.

- ¿Por qué crees que el hecho de fumar se ha convertido en un comportamiento polémico?
- Vamos a realizar un debate en clase acerca del tabaco, semejante al que se está dando en la sociedad en estos momentos, en el que un grupo defenderá el derecho a la libertad de fumar y otro argumentará en favor de quienes no quieren que les ensucien el aire que respiran.

Cada uno puede tener una opinión más o menos formada sobre este tema, pero antes de debatir esta cuestión parece interesante realizar algunas experiencias y recoger información de prensa, revistas, etc.

Son numerosas las sustancias que componen el humo del tabaco, y muchas de ellas se sabe que son tóxicas e incluso que tienen efectos cancerígenos. Entre los componentes más tóxicos, es decir, más perjudiciales, podemos citar: el alquitrán, el monóxido de carbono, la nicotina y los óxidos de nitrógeno.

a) Toxicidad de los óxidos de nitrógeno

Para comprobar la toxicidad de algunas de las sustancias contenidas en el humo del tabaco, como los óxidos de nitrógeno, podemos producirlos artificialmente y observar el efecto que ejercen sobre los tejidos vivos, por ejemplo sobre una planta.

- Podemos obtenerlos haciendo reaccionar en un tubo de ensayo un poco de ácido nítrico con hilos de cobre, como los que forman los cables eléctricos. Debemos tener mucho cuidado porque la reacción genera calor, y el ácido es cáustico, corrosivo, y mancha.
- Inmediatamente después de poner el cobre, situamos una hoja tierna de un vegetal en la boca del tubo de ensayo, dejándola expuesta a la acción de los vapores durante el tiempo que dura la reacción. Después, observamos en la hoja afectada el resultado de la exposición.
- ¿Qué conclusiones podemos obtener de esta experiencia?

b) Componentes del humo del tabaco

- Vamos a recoger el humo producido por la combustión del tabaco, que es el que inhala la persona fumadora, en un recipiente, para comprobar posteriormente la presencia de algunos de estos productos, como por ejemplo la nicotina.
- Para ello realizaremos la experiencia de la “botella fumadora” realizando un montaje semejante al de la figura adjunta.

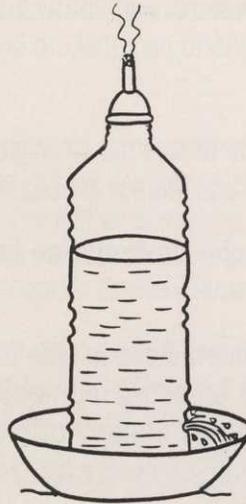


Figura 15: Botella "fumadora".

- Una vez agotado el cigarrillo, sacamos la tetina, cerramos la botella con el tapón y poniendo un dedo en el agujero practicado, la agitamos hasta que todo el humo se disuelva en el agua. Observaremos entonces que ésta adquiere una tonalidad amarilla por la nicotina presente.
- ¿Qué relación encuentras entre la "botella fumadora" y los pulmones? ¿Es importante el agua en este símil?

c) Fumadores pasivos

Los fumadores no sólo introducen el humo con todas estas sustancias en sus pulmones y vías respiratorias sino que, al expulsarlo al exterior, contaminan el aire que comparten con todas las personas que les rodean.

Además, durante la combustión de un cigarrillo se ocasionan dos tipos de corriente: la corriente principal, producida por la aspiración desde un extremo (situado en la boca de la persona fumadora) y que atraviesa todo el cigarro, y la corriente secundaria, resultado de la combustión directa de la zona ígnea, donde está la brasa, y que se desprende desde allí.

Según investigaciones científicas, la corriente secundaria del humo del tabaco, es decir, la que reciben tanto los fumadores como los no fumadores, posee compuestos químicos nocivos en una cantidad superior a la corriente principal.

La corriente secundaria posee con respecto a la corriente principal:

- Entre 1,3 y 3,0 veces más cantidad de monóxido de carbono.
- 1,7 veces más cantidad de alquitrán.
- 2,5 veces más cantidad de nicotina.
- 3,6 veces más cantidad de óxidos de nitrógeno.
- 30 veces más cantidad de anilina.
- 96 veces más cantidad de amoníaco.

- ¿Qué comentarios se te ocurren a la vista de estos datos?
- Inicialmente el debate propuesto.

Comentario A.31. El primer ejercicio trata de observar los efectos nocivos de los óxidos de nitrógeno. La producción artificial de estos vapores es muy espectacular, y depende de la cantidad de cobre que le añadamos al ácido nítrico. Dado que los vapores son tóxicos, debemos procurar tener el aula-laboratorio bien ventilado.

Situamos en equilibrio una hoja de una planta, sobre la boca del tubo de ensayo donde se lleva a cabo la reacción, para que reciba todos los vapores que se emiten. Después, observaremos que la hoja está quemada, y la reflexión consiste en que si estos vapores sobre la hoja, que posee un tejido protector, han podido quemarla, ¿qué pueden hacer sobre los pulmones, mucho más delicados que una hoja?

El material necesario para realizar esta experiencia es el siguiente:

- Gradilla con tubos de ensayo.
- Ácido nítrico.
- Hilos de cobre.

El ejercicio B trata de obtener el humo del cigarrillo en un recipiente con el objetivo primordial de que ningún alumno ponga sus labios en el tabaco. Para ello, llenamos la botella de agua, ajustamos la tetina a su boca, en la que previamente le habremos acoplado un cigarrillo, y en el momento de encenderlo, practicaremos un agujero cerca de la base de la botella para que la salida del agua produzca la aspiración del humo que se forme.

El material que necesitamos es el siguiente:

- Botella de plástico transparente, de 1,5-2 litros de capacidad, con la boca de rosca de paso universal (tipo Coca-Cola), con su tapón correspondiente.
- Tetina de alimentación de niños, de tamaño medio.
- Tijeras de punta fina.
- Recipiente plano de unos tres litros de capacidad.
- Agua.
- Cigarrillos.

Este ejercicio lo podemos ampliar para detectar la presencia de alquitrán y óxidos de nitrógeno en el humo recogido. Para ello, situaremos un poco (muy poco) de algodón en la tetina y, sujeta a ella, colocaremos la varilla indicadora de los óxidos de nitrógeno. El alquitrán impregnará el algodón; y la varilla, que en su extremo lleva un indicador, señalará la presencia de los vapores de óxido de nitrógeno. El material necesario es: varillas de identificación Merckquant 10.002 (test de nitritos) y un poco de algodón.

El tercer ejercicio trata de provocar un debate sobre el hábito de fumar y la situación de los fumadores pasivos. Debemos saber que la cantidad de nicotina que se detecta en la persona no fumadora que ha pasado una jornada de trabajo habitual en un ambiente moderadamente cargado de humo, es la similar a la que tendría si hubiese fumado siete u ocho cigarrillos.

Los datos que se ofrecen son suficientemente elocuentes como para constatar que el humo de la corriente secundaria es de mayor nocividad que la principal.

La sociedad de consumo

La sociedad de consumo se mantiene en la actualidad, básicamente, por dos fenómenos: la moda y la publicidad. La moda consigue que los productos sean efímeros, con lo que se asegura la continua y rápida producción de nuevos objetivos. La publicidad surge para crear constantemente una serie de necesidades en las personas, para que consuman los productos que se les ofrece.

Ya en 1932 el escritor Aldous Huxley, en su novela *Un mundo feliz*, auguraba para un futuro imaginario, una sociedad basada, entre otros valores, en el consumo. En la obra mencionada podemos leer:

“El director y los alumnos permanecieron algún tiempo contemplando a un grupo de niños que jugaban a la Pelota Centrífuga...”

—Es curioso —musitó el director, cuando se apartaron del lugar—, es curioso pensar que hasta en los tiempos de nuestro Ford la mayoría de los juegos se jugaban sin más aparatos que una o dos pelotas, unos pocos palos y a veces una red. Imaginen la locura que representa permitir que la gente se entregue a juegos complicados que en nada aumentan el consumo. Pura locura. Actualmente los interventores no aprueban ningún nuevo juego a menos que pueda demostrarse que exige cuando menos tantos aparatos como el más complicado de los juegos ya existentes.

En las Guarderías... y ahora las voces se encargaban de crear futura demanda para la futura producción industrial. “Me gusta volar —murmuraban—, me gusta volar, me gusta tener vestidos nuevos, me gusta...”

A.32. Cómo crear un deseo. La publicidad

Hasta principios de siglo las empresas estudiaban las necesidades de las personas con el fin de producir los productos que cubrieran esas demandas. Pero en estos momentos existen muchas empresas que primero fabrican sus productos y luego crean en la población la necesidad, el deseo de su consumo.

El lenguaje publicitario es complejo, pues en un corto tiempo (radio o televisión), o espacio (periódicos y revistas), pretenden y consiguen decir a los ciudadanos, probables consumidores, muchas cosas. Les ofrecen un determinado producto, pero intentando venderle también, una serie de valores asociados a él, como son belleza, popularidad, éxito, diversión, alegría. Si la persona consumidora no sabe descifrar, decodificar el mensaje, puede creer —es lo que pretende la publicidad— que no sólo compra el producto, sino el valor con él asociado.

- Escoged tres anuncios de cualquier revista y analizadlos siguiendo el esquema que se presenta.
- Confeccionad un póster con el anuncio que habéis analizado y, al lado, la crítica que le hacéis al mismo.

ESTUDIO DE PUBLICIDAD ESTÁTICA

Casa anunciadora

Lema planteado

Periódico/revista

Fecha

Descripción del anuncio:

- Personajes
- Disposición de elementos
- Colores
- Primeros y segundos planos
- Fondo de la imagen
- Textos

Interpretación del mensaje

Imágenes relevantes

¿A quién va dirigido el anuncio?

Observaciones

Comentario A.32. *El consumidor joven es un público que por sus características psicológicas resulta muy vulnerable a la presión publicitaria. Cuando todavía no se tiene construida una identidad propia, es mucho más fácil dejarse arrastrar por modelos que se ofrecen como aventureros, arriesgados, fáciles, atractivos, triunfadores, etc. El peligro está en interiorizar esos valores que los anuncios potencian.*

Podemos elegir anuncios de bebidas alcohólicas, de tabaco, de coches, de juguetes, de ropa, etc. Además, podemos analizar también los roles masculino y femenino, que promocionan, aplicando aquí, lo aprendido con anterioridad sobre el género. Otra posible actividad podría ser que los alumnos y alumnas realicen sus propios anuncios publicitarios, intentando vender un producto de su elección que, incluso, no sirva para nada.

A.33. El lenguaje de las etiquetas

La etiqueta es la tarjeta de presentación de los productos que consumimos y debe cumplir una normativa legal. Por ejemplo, el etiquetado de los productos alimenticios está regulado por el Decreto 2058 del B. O. E. del 30 de agosto de 1982. No obstante, todavía se cometen infracciones.

Saber leer las etiquetas y tener costumbre de hacerlo, debe formar parte de los hábitos de comportamiento de los consumidores, ya que incluyen datos que son fundamentales para nuestros intereses. La fecha de caducidad o consumo preferente, las instrucciones de conservación, la composición del alimento, etc., pueden ser importantes para nuestra salud y la rentabilidad económica de la compra.

- ¿Podéis descubrir, entre el grupo de etiquetas que se os presenta, cuáles están completas y cuáles no?

Para ello utilizaréis los folletos que existen sobre etiquetado. Los errores que vayáis encontrando se anotarán en la fotocopia de la etiqueta respectiva.

- Cada grupo de trabajo deberá traer a clase tres etiquetas reales de productos que consumáis habitualmente, para analizarlas según el criterio anterior.

Para ello podéis diseñar una ficha que os permita detectar si la etiqueta está o no correcta.

En caso de encontrar alguna anomalía se deberá discutir y consensuar qué medidas tomar (escribir al fabricante, a la OMIC más cercana, etc.).

- ¿Tienen aditivos los productos que habéis consumido y cuyas etiquetas habéis analizado? Si es así, ¿cuáles son? ¿Tienen algún posible efecto perjudicial sobre nosotros?

Comentario A.33. *Esta actividad persigue un doble objetivo: que los alumnos y alumnas sean capaces de leer las etiquetas, así como a valorar la claridad en su información y su riqueza de datos. Se pretende, a partir de la información contenida en diferentes folletos divulgativos sobre normas de etiquetado (del Instituto Nacional de Consumo u otros), que conozcan el significado de los términos más usuales de las etiquetas y que se habitúen a leerlas al efectuar la compra de un producto. Para ello, el profesor o profesora les facilitará fotocopias ampliadas de etiquetas de diversos productos en las que ha eliminado previamente alguna de sus partes (carencia que los alumnos deberán detectar).*

Más tarde, deberán ser capaces de aplicar lo aprendido en el análisis de las etiquetas reales que ellos aporten al aula, para lo cual diseñarán una ficha que les sirva para analizar todos los elementos que deben estar presentes en una etiqueta de productos.

Se debe aprovechar esta actividad para evidenciar la presencia de sustancias químicas, de aditivos, en los alimentos, y crear en el alumnado actitudes positivas hacia una alimentación natural y equilibrada, teniendo en cuenta que muchos productos que los niños y jóvenes consumen poseen un alto contenido, no ya sólo en conservantes, sino también en colorantes, gelificantes, saborizantes, etc. Para ello se les facilitará una lista con la clasificación de los principales grupos de aditivos. Puede darse el caso, incluso, si analizan golosinas, de que algunas de ellas estén constituidas sólo por aditivos.

Se investigará, a continuación, los posibles efectos negativos de estos aditivos y los productos más comunes donde suelen encontrarse ("Guía de los números E", Hanssen M., Editorial Edaf).

Recapitulación

El tema estudiado ha sido largo y extenso. Hemos tocado, a veces sólo puntualizado, muchas e importantes cuestiones. Es momento de que las refresquemos e intentemos darle a cada una su valor. Para ello proponemos realizar lo siguiente:

- Diseñar un mural con las actividades que debemos hacer para vivir de una manera más sana.
- Realizar una campaña publicitaria para convencer a los compañeros, compañeras y profesorado de que deben cuidar su salud.
- Construir un mapa conceptual de lo tratado en "Cómo mejorar nuestra calidad de vida" con objeto de favorecer una discusión posterior.

Desarrollo de la Unidad 8:

Los gases:

una aproximación al conocimiento de la estructura de la materia

En la introducción general que acabamos de realizar a este bloque temático sobre las sustancias hemos comenzado por plantearnos la cuestión *¿Qué estudiar acerca de las sustancias y por qué?* Ello nos ha conducido a considerar, entre otras, la cuestión de las transformaciones que los materiales sufren en ocasiones, llevándonos a intuir la posible existencia de relaciones entre sustancias que aparentemente nada tienen que ver entre sí, dadas las notables diferencias de aspecto y propiedades existentes entre ellas. Hemos discutido así el interés que podría tener conocer esas relaciones; es decir, conocer cómo está constituida la materia “por dentro” y poder explicar la variedad de sustancias existentes y sus transformaciones, para así ser capaces de controlarlas.

No añadiremos nada a los argumentos que allí se expusieron sobre el interés de este estudio: baste recordar que el prodigioso desarrollo experimentado por la Química en apenas tres siglos —que ha contribuido a cambiar radicalmente nuestra forma de alimentarnos, de protegernos contra las enfermedades, de vestirnos, de construir nuestras ciudades...— ha sido fruto, en buena medida, de ese conocimiento de la estructura de la materia. El objetivo de este tema va a ser, precisamente, realizar una primera aproximación a la estructura de ésta, a partir del estudio del comportamiento de los gases (por razones que discutiremos inmediatamente). Pero queremos dejar claro, antes de proseguir, que no vamos a limitarnos a un estudio “teórico” (en el mal sentido de la palabra; es decir, un estudio libresco, frío y aburrido). Muy al contrario, tendremos ocasión de realizar abundantes y sorprendentes experiencias, de plantearnos debates que apasionaron a los científicos y de construir, en suma, potentes conocimientos que han abierto la llave a la comprensión y dominio de la materia.

Ahora comenzaremos por clarificar por qué proponemos iniciar el estudio de la estructura de la materia partiendo de los gases, en vez de partir de los materiales sólidos o líqui-

dos. No se trata, como veremos, de una cuestión trivial, aunque puede chocar que comencemos ocupándonos de algo cuya materialidad es menos evidente, menos clara, que la de materiales que podemos ver y tocar con más facilidad. Existen, sin embargo, poderosas razones para tratar en primer lugar de los gases. De hecho, la contribución de su estudio al establecimiento de la estructura de la materia fue, históricamente, muy notable.

A.1 ¿Por qué puede ser útil comenzar el estudio de la estructura de la materia a partir del comportamiento de los gases?

Comentario A.1. *Con esta cuestión se pretende que los alumnos lleguen a intuir el interés de ocuparse de los gases debido a que su comportamiento físico es más simple, menos variado que el de los sólidos o líquidos, hasta el punto de que resulta difícil reconocer diferencias entre gases distintos. Ello puede ser una buena ocasión para referirse a cómo los científicos comienzan planteándose situaciones elementales —incluso artificialmente simplificadas— que les resulten asequibles y les permitan “despegar” en el conocimiento. De hecho, cuando la atención de los estudiosos se dirigió hacia la posible explicación del comportamiento de los gases, los avances en la comprensión de la estructura de la materia fueron muy notables, e igual cabe esperar que ocurra en el caso de los alumnos.*

Una vez realizada la opción de iniciar el estudio de la estructura de la materia a partir del comportamiento físico de los gases, conviene recoger las ideas que ya tenemos respecto a dicho comportamiento —fruto, fundamentalmente, de nuestra experiencia cotidiana en el manejo del aire— que puedan servirnos de guía para un estudio más detenido.

A.2 Resumir las ideas y dudas que se posean acerca del comportamiento de los gases, como punto de partida para un estudio detenido de dicho comportamiento.

Comentario A.2. *Los alumnos disponen ya de suficiente experiencia acumulada para referirse a la facilidad con que los gases se comprimen y expanden, al efecto de los “calentamientos” sobre el volumen y la presión, la facilidad con que se mezclan, etc. Por otra parte, al subrayar la conveniencia de que expresen también sus dudas, se favorece la expresión de preconcepciones bien estudiadas en la investigación educativa (como la idea de que los gases no pesan, no son materiales como pueden serlo los sólidos, etc.). Las ideas expuestas adquieren así el “status” de hipótesis de trabajo en las que convendrá profundizar.*

La discusión realizada hasta aquí permite establecer el siguiente esquema conductor para el estudio previsto sobre los gases y la estructura de la materia:

1. Profundización en el estudio del comportamiento físico de los gases. Con esta profundización intentaremos dar respuesta a cuestiones como la materialidad de los gases (¿ocupan volumen?, ¿pesan?...) y describir con mayor precisión su comportamiento.
2. Construcción, a título de hipótesis, de un modelo que explique cualitativamente el comportamiento de los gases y sea capaz de *predecir hechos contrastables cuantitativamente*.
3. Consideración de la posibilidad de extrapolación del modelo construido a toda la materia (explicando también el comportamiento de líquidos y sólidos).
4. Consideración de los problemas que quedan planteados tras el estudio realizado (y que convendría abordar en los temas siguientes).

Pasaremos, pues, a desarrollar este hilo conductor.

En la introducción ya se han expresado algunas ideas y dudas sobre el comportamiento de los gases, en las que conviene profundizar. En primer lugar, nos plantearemos qué pruebas tenemos de que los gases puedan ser considerados tan materiales como los sólidos y líquidos, para después entrar a matizar el resto de las propiedades que se anotaron anteriormente. Comencemos por preguntarnos si se puede decir que los gases ocupan un espacio.

¿Tienen volumen los gases?

A.3 Proponed algún experimento que permita mostrar que los gases ocupan volumen. A título de ejemplo: ¿cómo hacer ver que una botella o un vaso “vacíos”, que se hallan sobre la mesa, están llenos de aire?

Comentario A.3. La transparencia e intangibilidad de los gases y, en particular, del aire que nos envuelve, hace que éstos pasen inadvertidos para los alumnos y más aún cuando las situaciones presentadas carecen de dinamismo. Así, por ejemplo, cuando se pregunta a los alumnos y alumnas cómo saben que hay aire a nuestro alrededor, contestan refiriéndose a los efectos que produce el viento (aire en movimiento) o dando, incluso, argumentos más sofisticados, como por ejemplo que las nubes viajeras requieren para su flotación un medio (el propio aire) más ligero y extenso que ellas. En relación a las respuestas dadas a esta actividad, se proponen experiencias elementales que demuestran que el aire o cualquier gas siempre están ocupando el volumen del recipiente en el que se hallan. Ejemplos de experiencias que se pueden proponer y realizar son los siguientes:

A) Hundir un vaso boca abajo en un recipiente con agua y ver que el agua no llena el vaso. Esta observación, fácilmente realizable (por ejemplo, en un lavabo), permite también mostrar la salida del aire con tan sólo girar lentamente el vaso hacia arriba. La experiencia puede hacerse más “vistosa” con ayuda de un corcho, tal como se muestra en la figura 16. Una variante consiste en poner un papel pegado al fondo del vaso pequeño y comprobar que por mucho que se hunda no se moja.

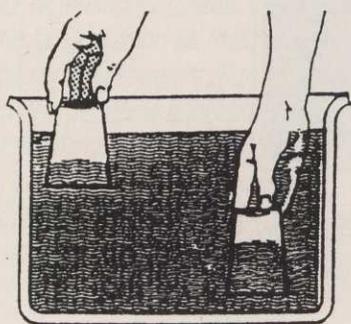


Figura 16: En el vaso vacío hay algo.
(Fuente: Elaboración propia).



Figura 17: La botella está llena de aire.
(Fuente: *Manual de la UNESCO para...* Ed. Sudamericana, Buenos Aires).

B) Otro experimento que se puede realizar con una botella consiste en acoplarle un embudo al cuello (fig. 17) de manera que el cierre sea hermético poniendo plastilina, cera, arcilla... y, a continuación, añadir agua al embudo. A las preguntas ¿por qué no cae agua

Profundiza-
ción en el
estudio del
compor-
tamiento
físico de los
gases

en el interior de la botella?, ¿qué podría hacerse para que el agua cayera al fondo de la botella?, se responde que provocando la salida del aire encerrado, como por ejemplo pinchando la plastilina o la cera pegada entre el cuello de la botella y el embudo.

C) Otra experiencia consiste en introducir a presión el émbolo en una jeringa cuyo extremo ha sido cerrado antes con plastilina o, mejor, a la llama.

Así pues, los gases tienen volumen como los sólidos y líquidos, si bien se parecen más a estos últimos en cuanto a la facilidad que tienen para fluir; de ahí que se les denomine comúnmente *fluidos*. Relacionada con esta tendencia a fluir, a escaparse, los gases ocupan todo el volumen disponible del recinto, y ello complica, tanto su recogida, como la medida de volúmenes determinados por ellos.

A.4 Una cualidad importante en los atletas es su capacidad pulmonar (volumen máximo de aire que puede introducir o expulsar una persona de sus pulmones por cada inspiración o espiración). ¿Cómo se puede recoger y medir este volumen de aire?

Comentario A.4. La recogida y medida del volumen de cualquier gas o del aire espirado se puede hacer sobre líquido en el que previamente se sabe que no se disuelve. El montaje solicitado constaría de un tubo acodado introducido en una probeta calibrada e invertida que está llena de agua. Al soplar por dicho tubo se desplaza el agua y se puede medir esta capacidad torácica (fig. 3). Con relación a esta cuestión de la recogida de gases, puede introducirse una actividad de relación Ciencia-Técnica-Sociedad cuyo objetivo sea buscar información sobre el almacenamiento del gas ciudad, combustible doméstico empleado en las grandes urbes. A continuación procedería la visita a una fábrica de gas para observar los grandes tanques cilíndricos donde se almacena este gas a baja presión sobre agua.

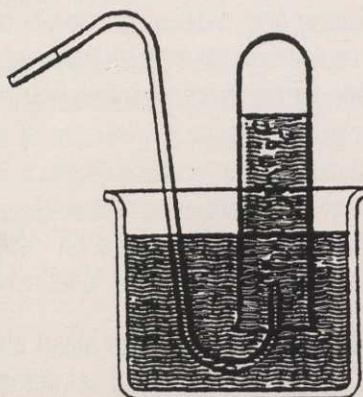


Figura 18: Cómo recoger gases y medir su volumen.
(Fuente: elaboración propia).

Pasemos a analizar si también los gases tienen masa.

Pero, ¿pesan o no los gases?

Por experiencia sabemos que al dejar caer sólidos y líquidos como una piedra o agua van a parar al suelo, mientras que los gases tienden a flotar e ir hacia arriba. ¿Significa esto que los gases no pesan?

A.5 Idead algún experimento que muestre que los gases, no sólo ocupan un espacio, sino que además tienen masa, es decir, pesan.

Comentario A.5. La ligereza (baja densidad) habitual de la materia gaseosa es la que hace pensar al alumnado que no tiene masa como los sólidos y líquidos. Esta característica es la que dificulta la operación de pesar los gases, y de ahí que normalmente sea más cómodo utilizar el volumen cuando se quiere medir una cantidad de gas determinada. No obstante, los alumnos y alumnas ofrecen bocetos de ensayos cuantitativos que permiten mostrar que los gases pesan. Para ello indican que hay que meter mayor masa de aire en un volumen dado de la que hay habitualmente. Proponen, por ejemplo, que se puede tomar una cámara de bicicleta vacía y, previamente pesada, llenarla de aire con el bombín y comprobar después su peso. También se pueden idear diseños alternativos como, por ejemplo, meter una de las válvulas que hay en estos neumáticos en un tapón de goma que ajuste muy fuertemente a un frasco y, a continuación, introducir aire con el bombín teniendo buen cuidado de que no salte el tapón. Otro podría basarse, por el contrario, en la extracción de aire de uno de estos recipientes poniendo la misma válvula de neumático invertida (fig. 4) o con ayuda de una aguja hipodérmica de 50 o 100 ml de capacidad.

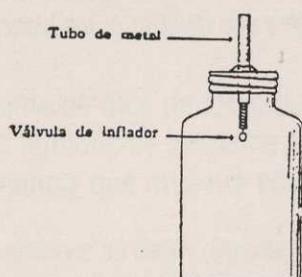


Figura 19: Experiencia para contrastar si el aire pesa o no. (Fuente: *Manual de la Unesco para la enseñanza de las Ciencias*. Ed. Sudamericana, Buenos Aires.)

Puede realizarse una experiencia muy vistosa colgando dos globos hinchados de los extremos de una ligera varilla sujeta de su centro por un hilo, de forma que quede equilibrada. Basta entonces pinchar uno de los globos para que se constate cómo dicha "balanza" se desequilibra notoriamente, debido al mayor peso del globo hinchado. Todas estas experiencias pueden contribuir a hacer patente el peso de los gases. No obstante, como la asociación de ideas entre la flotabilidad de los gases y la falta de peso (ligereza) es bastante persistente (Furió et al., 1987), se puede utilizar para evaluar si ha cambiado o no este esquema conceptual, bien al final del tema o bien en este momento, una actividad donde se comparen el peso de un frasco cerrado que tiene un poco de éter líquido con el del mismo frasco con el éter vaporizado (fig. 20). También puede realizarse en el laboratorio teniendo buen cuidado de poner poco líquido.

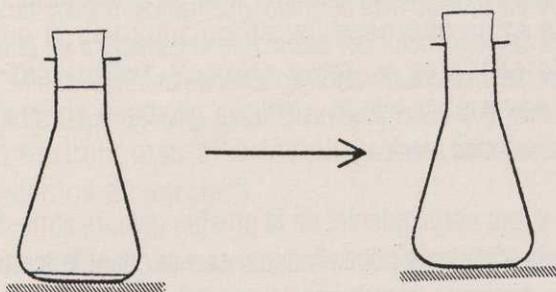


Figura 20: ¿Pesa lo mismo el gas que el líquido?

Aceptado que los gases pesan, podemos relacionar esta idea con el peso del aire atmosférico que nos envuelve y sugerir que dada la enorme altura de aire que tenemos encima de nuestras cabezas —aproximadamente 34 km— es de esperar que su peso sea muy elevado.

A.6 Proponed pruebas de que el aire atmosférico ejerce una gran presión sobre el fondo de dicho “mar de aire”.

A.7 ¿Por qué no se notan los efectos de la presión que hace el aire atmosférico sobre nosotros mismos?

Comentarios A.6 y A.7. La cuestión del peso de los gases puede asociarse, como hacemos aquí, al estudio de la presión ejercida por la atmósfera gaseosa que envuelve la Tierra. Ello puede dar lugar a numerosas experiencias que los alumnos y alumnas pueden concebir en parte o buscar en algún texto, tales como:

- llenar completamente una botella con agua; se invierte al tiempo que se sumerge en el agua de un vaso o la pila de casa y se observa que no cae (fig. 21);
- apretar una ventosa sobre una baldosa o una plancha de plástico duro, donde queda pegada (fig. 22).

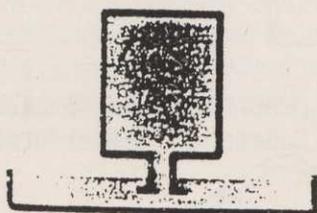


Figura 21: El agua de la botella no cae. (Fuente: elaboración propia).

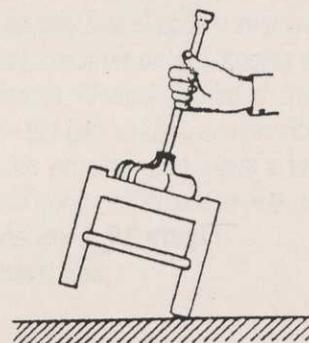


Figura 22: La ventosa se pega. (Fuente: elaboración propia).

Son posibles otras muchas experiencias como, por ejemplo, intentar levantar (sin éxito), mediante un golpe, una regla cubierta por una simple hoja de periódico bien extendida sobre una superficie lisa; o impedir, mediante una simple cartulina, la caída del agua contenida en un vaso invertido; o la realización a pequeña escala del experimento de “los hemisferios de Magdeburgo”... El interés de este estudio de la presión atmosférica —con sus implicaciones en Meteorología, etcétera— recomienda un tratamiento más detenido, que hemos incluido en un anexo a este tema, para evitar la pérdida del hilo conductor del estudio de la estructura de la materia. En relación a A.7, se puede argumentar que nuestra situación en el fondo del “mar de aire” es similar a la de los peces sumergidos en el mar, que al ser presionados por igual en todas direcciones y sentidos no “sienten” los efectos de la elevada presión.

El estudio del peso y, por consiguiente, de la presión del aire atmosférico es un ejemplo histórico muy interesante, donde se puede mostrar que el conocimiento científico se ha ido construyendo mediante debates y controversias y no por simple acumulación de ideas. En este caso, la hipótesis de la existencia del “mar de aire”, defendida por Evangelista Torricelli-

Ili y Blas Pascal, se contraponen a la hipótesis del “horror al vacío” que tendría la Naturaleza según otros investigadores. Ahora bien, como su introducción aquí desviaría el camino que estamos siguiendo para alcanzar los propósitos perseguidos en este capítulo, se ha preferido incluir este problema en un anexo. No obstante, se recomienda encarecidamente su estudio, debido al interés histórico y actual que tiene esta situación problemática.

Una vez mostrado que los gases tienen volumen y masa como todos los cuerpos, podemos entrar a analizar otras propiedades de los gases que tienen relación con la posibilidad de aumentar y disminuir su volumen según nos convenga, bien presionándolos o bien calentándolos y enfriándolos.

Los gases se pueden comprimir y expandir fácilmente

En el apartado anterior, “¿Tienen volumen los gases?”, ha quedado patente que tanto los gases como los líquidos se caracterizan por tener cierta movilidad, y por ello se les llama comúnmente fluidos. Ahora bien, existen notables diferencias entre ambos tipos de fluidos cuando se les comprime (aumento de presión) o se les deprime (disminución de presión).

A.8 ¿Por qué normalmente se dice de los gases que son fluidos “compresibles” mientras a los líquidos se les llama fluidos “incompresibles”? Proponed alguna experiencia que muestre esta diferencia.

Comentario A.8. Los alumnos no tienen dificultades en dar respuestas cualitativas acertadas, aunque lo hacen en su lenguaje habitual; así por ejemplo proponen comparar esta diferencia de comportamiento con sendas jeringuillas cerradas y llenas de aire y agua, respectivamente. Otros hacen mención a mostrar la compresibilidad de los gases con ayuda de un bombín. Al mismo tiempo, conviene insistir en que la existencia de equilibrio supone aceptar que la fuerza y presión externas realizadas son compensadas por la fuerza y presión que ejerce el gas, resaltando el hecho de que los gases pueden ejercer presiones muy elevadas y solicitando de los alumnos ejemplos ilustrativos (“el elefante subido sobre una pelota”, “el voluminoso turista durmiendo en la colchoneta de aire”, “la enorme carga de un camión soportada por los neumáticos”, “las explosiones de algunos depósitos”...). Para profundizar en este aspecto, se puede proponer una actividad como la siguiente.

Ahora bien, esta facilidad de los gases para disminuir o aumentar el volumen gracias a la realización de una presión externa no debe ocultar que también ellos están actuando sobre el agente que la ejerce. Veámoslo con más detalle.

A.9 Al apretar el émbolo de una jeringuilla que tiene aire encerrado se comprueba que la disminución de volumen que sufre el aire va haciéndose cada vez más difícil. Por otra parte, si se suelta el pistón, se observa cómo retrocede hasta su posición inicial. ¿Cómo se explicaría que no se pueda comprimir más al principio y que recupere la posición inicial cuando dejamos de apretar?

Comentario A.9. Esta actividad es fácilmente interpretada como que el gas encerrado hace fuerza o presión sobre todas las paredes del recipiente en el que está encerrado, igualando en todo momento la presión exterior. También los alumnos comprenden fácil-

mente que al quitar el dedo, la presión del gas (que ha llegado a ser mucho mayor que la atmosférica) haga ascender el émbolo hasta llegar de nuevo a la posición inicial. Conviene poner de relieve esta diferencia de comportamiento entre los líquidos y los gases en cuanto a la compresibilidad, debido a los efectos negativos que se producen cuando se introducen gases en conducciones de líquidos. Algunos ejemplos que se pueden traer a colación son los siguientes:

A) Se puede solicitar el funcionamiento de unos frenos hidráulicos ante un esquema como el de la figura 23 y predecir qué ocurriría si, debido a la existencia de un poro en la conducción del líquido de frenos, se formara una burbuja de aire.

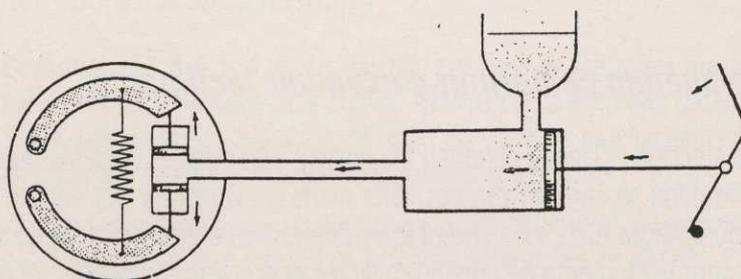


Figura 23: Esquema de los frenos hidráulicos de coche.
(Fuente: elaboración propia).

B) En Medicina, cuando se habla de una "embolia gaseosa" se quiere significar la introducción de una burbuja de gas en el interior de un vaso sanguíneo (como la formación de una burbuja de nitrógeno en las venas de un submarinista que asciende sin haber esperado el tiempo aconsejado para una descompresión suficiente). ¿Cómo se pueden explicar los efectos perjudiciales para la salud de una de estas embolias? Se puede dar una explicación sencilla de estos hechos, aceptando que la formación o introducción de burbujas gaseosas en estas conducciones puede cortar la transmisión del aumento de presión a través del líquido ya que, al llegar a ellas, se amortigua totalmente debido a que el gas es compresible y, por tanto, se reduce el tamaño de las burbujas.

Pasemos a continuación a estudiar otra conocida propiedad de los gases, como la variación de volumen (dilatación o contracción) o la variación de presión (aumento o disminución) que experimentan cuando se calientan o enfrían, respectivamente.

Los gases cambian de volumen y/o de presión cuando se calientan o enfrían

A.10 Proponed sencillos montajes o comentad algunas situaciones de la vida ordinaria donde se ponga en evidencia este fenómeno de la variación de volumen de un gas con la temperatura.

Comentario A.10. Aquí se trata de introducir cualitativamente la dilatación de gases, fomentando la diversidad de explicaciones, pero, al propio tiempo, precisando los análisis que se hagan. Por ejemplo, es muy fácil que el alumnado no distinga entre las tres situaciones que se pueden dar en las explicaciones que propongan; a saber: a) que al aumentar la temperatura del gas (por ejemplo, aire) aumente su volumen (siempre que se mantenga constante la presión del gas), que es el caso que ahora se aborda en esta actividad; b) que al calentar el gas aumente su presión (siempre que se mantenga constante el volumen);

c) que el cambio de temperatura se traduzca en una variación simultánea de presión y volumen. Éste es, sin duda, el caso más general. La situación se convierte así en una ocasión para realizar un ejercicio elemental de control de variables, que obliga a considerar el fenómeno en toda su complejidad y a comprender el peligro de los reduccionismos: no se puede decir, por ejemplo, lo que le ocurrirá al volumen cuando calentamos, si no tenemos en cuenta lo que sucede con la presión. En todas ellas se muestra cualitativamente que los gases, cuando se calientan o se enfrían, pueden aumentar o disminuir su volumen, teniendo siempre presente la necesidad de explicitar que se mantenga constante la presión.

Ahora bien, es evidente que el calentamiento o enfriamiento de un gas que está encerrado en un recipiente rígido no puede producir una dilatación o contracción de su volumen. En estos casos se puede observar claramente una variación de la presión del gas encerrado.

A.11 Concebid experiencias u observaciones cotidianas que muestren la variación de la presión de un gas al aumentar o disminuir su temperatura.

Comentario A.11. Los alumnos y alumnas proponen ensayos sencillos, como comparar la dureza del balón de fútbol muy hinchado y caliente con la que tiene cuando se guarda por la noche; comprobar en una gasolinera la presión manométrica de las ruedas del coche antes y después de recorrer un largo trayecto, etc.

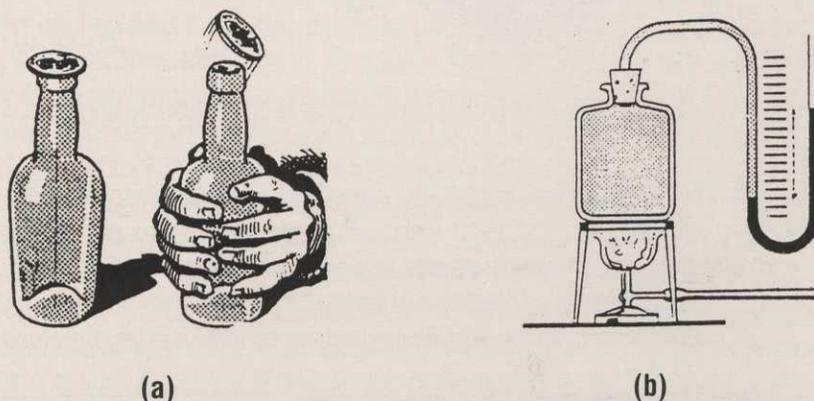


Figura 24: Experiencias para mostrar la variación de presión del aire con la temperatura. (Fuente: elaboración propia).

Otra experiencia puede consistir en colocar sobre el cuello mojado de una botella vacía (fig. 24) una moneda ligera, de manera que cierre herméticamente la boca de salida. Al rodear la botella con las manos se observará que la moneda empieza a dar saltos. Los alumnos han de llegar a comprender que mientras se mantiene cerrada la botella aumentará la presión del aire encerrado hasta que vence el peso de la moneda, escapando aire, con lo que la presión vuelve a disminuir, etc.

Esta estrecha relación de la variación del volumen y/o de la presión con los cambios de temperatura nos es de gran utilidad, pues puede ser aprovechada, por ejemplo, para construir termómetros de gases, para explicar fenómenos naturales conocidos, como el origen de las brisas marinas diurnas o nocturnas, etcétera, en los que ahora no entramos, pero que estudiaremos más adelante en el capítulo referente al calor.

Pasemos, finalmente, a mostrar que los gases se pueden mezclar con mucha facilidad, propiedad conocida como *difusión*.

Los gases se difunden con mucha facilidad

A.12 ¿Cómo probar que los gases se mezclan muy fácilmente entre sí?

Comentario A.12. Esta propiedad es la que menos mencionan los alumnos cuando exponen sus ideas acerca del comportamiento de los gases. Sin embargo, una vez planteada la cuestión, conciben montajes experimentales adecuados y proponen diseños experimentales utilizando sustancias gaseosas que sean perceptibles, bien por su color, por su olor, o por cualquier otra propiedad que sea detectable sensiblemente en aquellos puntos del espacio al que se supone que van a llegar trazas de dichos gases. Uno de estos diseños puede consistir en tomar dos recipientes interconectados por una llave de paso, como los de la figura 10, e introducir en uno de ellos un gas coloreado (por ejemplo, el obtenido al calentar suavemente unos cristales de yodo) y en el otro aire. La difusión se observará fácilmente al abrir la llave. También se pueden utilizar esencias aromáticas volátiles que sean de olores agradables o, por el contrario, disoluciones de gases fétidos como el sulfuro de hidrógeno para mostrar esta difusión.

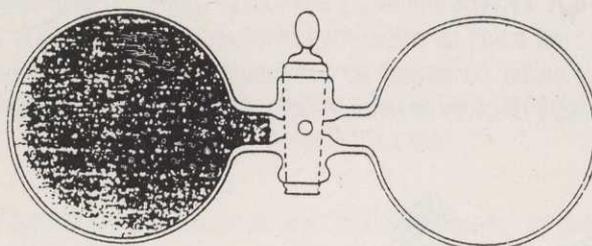


Figura 25: Experiencia para mostrar la difusividad de los gases.

Otro ensayo bastante espectacular, que puede presentar el profesor para que lo interpreten los alumnos, consiste en introducir en cada uno de los extremos de un tubo largo, colocado horizontalmente, sendos algodones empapados en ácido clorhídrico y amoníaco. Inmediatamente se observará la formación en su interior de una nube blanca de polvo de cloruro de amonio en suspensión, que se extenderá a lo largo del tubo (fig. 26).

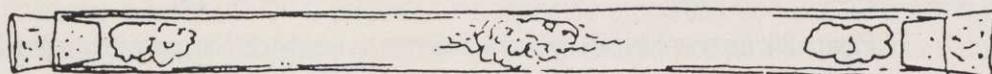


Figura 26: Los gases amoníaco y HCl se difunden en el tubo hasta que reaccionan.
(Fuente: *La búsqueda de la Unidad*. Ed. Aguaclara, Alicante).

Este ensayo es de interpretación compleja para los alumnos, ya que, no solamente hay difusión de los reaccionantes, sino también proceso químico con formación de una nueva sustancia, pero se trata de centrarse tan sólo en la evidente facilidad con que se difunden las emanaciones gaseosas del amoníaco y el HCl.

Recapitulación de las propiedades de los gases

A.13 Resumid en un cuadro aquellas propiedades más importantes de los gases, que muestran su comportamiento unitario.

Comentario A.13. Esta recapitulación tiene por objeto efectuar una síntesis de todo el apartado 1 del tema, donde se destaquen aquellas propiedades que son convergentes en el momento

de mostrar la simplicidad del comportamiento macroscópico de los gases y, más en concreto, la difusión, la compresión-expansión y la dilatación-contracción térmicas de los gases.

Una vez estudiado el comportamiento físico de los gases, estamos en disposición de afrontar el desafío que supone idear una hipótesis del modelo de gas que pueda explicar de forma coherente sus propiedades.

A.14 Proponed, a título de hipótesis, cómo pueden estar formados los gases, para explicar el conjunto de propiedades que hemos descrito; es decir: la facilidad con que se difunden y mezclan con otros gases; su gran compresibilidad y facilidad para expandirse (empujando, por ejemplo, el émbolo de una jeringa); las variaciones de presión y/o volumen con la temperatura.

Comentario A.14. Se inicia aquí la construcción de un modelo que permita, a título de hipótesis, explicar de forma coherente todas y cada una de las propiedades reseñadas. La mayoría del alumnado sugiere, de entrada, un modelo corpuscular o atomista, si bien, en general, no tiene los mismos atributos que el modelo cinético manejado por los científicos. Así, por ejemplo, se suele presentar a veces un modelo de partículas que carece de vacíos grandes entre aquéllas y que tiene problemas para explicar el movimiento de las partículas (Novick y Nussbaum, 1981; Furió y Hernández, 1983). No obstante, estas ideas no deben interpretarse como concepciones alternativas fuertemente estables, sino como simples construcciones tentativas puntuales que tratan de dar una respuesta "local" a una propiedad determinada. Así, se suele presentar un modelo alternativo lleno de partículas que explica el fenómeno de la compresión y dilatación atribuyendo plasticidad y elasticidad a las propias partículas, no sólo frente al aumento de presión, sino también frente a una variación de la temperatura (Llorens, 1988). De ahí que sea necesario incidir en la búsqueda de coherencia del modelo para explicar todas las propiedades. De este modo, las experiencias de difusión permiten concebir un modelo de partículas en movimiento, ya que hay que explicar que el amoníaco se huele a distancia al poco tiempo de abrir el frasco, etc. Y la facilidad que tienen los gases para comprimirse puede ilustrar la existencia de grandes espacios vacíos en el propio volumen del gas. Respecto a la presión que hace el gas sobre las paredes, que puede llegar a ser, como ya se ha visto, muy alta, los alumnos pueden interpretarla como la fuerza que hacen millones y millones de partículas dotadas de elevadas velocidades al colisionar sobre aquéllas. También se suele presentar cierta confusión respecto al concepto de presión interna del gas como resultado de los choques interiores entre las propias partículas. La asociación de la temperatura con la velocidad de las partículas es muy utilizada por los alumnos y alumnas (si bien establecen una correlación directa entre ambas magnitudes), y por ello no tienen grandes dificultades en la explicación de la dilatación térmica de los gases. De hecho, puede constatar que cuando se solicita una interpretación global de la compresión, dilatación térmica y difusión de los gases, las alumnas y alumnos abandonan las ideas contradictorias con el modelo elemental cinético de los gases sostenidas inicialmente (Furió y Hernández, 1987).

En definitiva, el modelo de gas ideal permite interpretar más coherentemente el comportamiento físico de los gases que otras concepciones alternativas, y los mismos alumnos pueden resumir al final del debate de esta actividad sus características particulares, tales como:

- una estructura en forma de partículas de tamaño insignificante frente al volumen en el que se hallan, que se encuentra, pues, prácticamente vacío (lo que explica la facilidad de compresión);

Construcción de un modelo para la estructura de los gases que explique su comportamiento común

- estas partículas con elevadas velocidades originan una presión al chocar con lo que se interponga a su paso;
- la temperatura del gas está relacionada con la velocidad (media) de las partículas (más bien es con la energía cinética promedio del conjunto de partículas); se entiende que en este gas supuestamente ideal son despreciables las interacciones atractivas entre sus partículas debidas a su elevada velocidad.

Ahora convendrá detenerse en comprobar en qué medida el alumnado ha sustituido sus ideas iniciales, mediante la propuesta de diversas situaciones en cuyas interpretaciones se deberá aplicar este modelo de partículas. Comenzaremos planteando dos sencillas actividades (tomadas del interesante libro de Martínez-Torregrosa et al., 1991).

- A.15** Con ayuda de una jeringa se extrae aire de un matraz (fig. 12). Suponiendo que pudiérais ver con detalle el aire del matraz, dibujad un esquema de lo que se vería antes y después de sacar el aire.

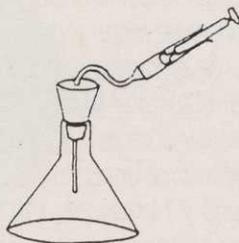


Figura 27: Extracción de aire de un matraz.

(Fuente: *La búsqueda de la unidad*. Ed. Aguaclara, Alicante).

- A.16** Dos globos están conectados a un matraz como indica la figura adjunta. Explicad lo que ocurrirá al calentar el matraz; representad el aire antes y después de calentar.

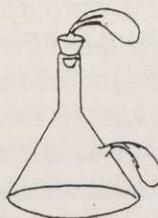


Figura 28: Explicad qué ocurre al calentar el matraz.

(Fuente: *La búsqueda de la unidad*. Ed. Aguaclara, Alicante).

Comentarios A.15 y A.16. Se trata de actividades destinadas a poner a prueba la coherencia con que los alumnos aplican el modelo corpuscular que acaban de construir y, más aún, a facilitar el afianzamiento y mejor comprensión de dicho modelo. Como explican Martínez-Torregrosa et al. (1991), es frecuente que en la actividad A.15 algunos alumnos hagan dibujos como el de la figura 29.

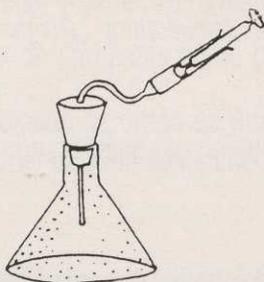


Figura 29: ¿Es este dibujo coherente con el modelo corpuscular introducido?
(Fuente: *La búsqueda de la unidad*. Ed. Aguaclara, Alicante).

Cabe insistir entonces en la idea de movimiento caótico de las partículas en todas direcciones, que lleva a su distribución homogénea en todo el recipiente (lo que era necesario para explicar la difusión, etc.).

También en la actividad A.16 pueden aparecer errores, como no dibujar partículas en los globos deshinchados, o suponer que sólo se hincha el globo superior “puesto que el aire caliente va hacia arriba”.

*Se puede ahora profundizar en el modelo, proponiendo su utilización para realizar **predicciones** susceptibles de contrastación experimental (incluyendo algún tratamiento semicuantitativo elemental).*

A.17 ¿De qué factores dependerá la presión de un gas? ¿Cómo influirán estos factores? Proponed ejemplos de la vida ordinaria que apoyen vuestras hipótesis.

Comentario A.17. *Se pretende aquí, una vez más, cuestionar la validez del modelo de gas introducido mediante la emisión de hipótesis que los alumnos expresarán inicialmente en forma semicuantitativa (por ejemplo, “A más volumen, el gas tendrá menos presión”). A continuación habrá que entrar en alguna profundización para no dar una imagen pobre de lo que es la Ciencia, aunque, dada la edad del alumnado, no interesa excederse demasiado en los tratamientos cuantitativos. Aquí se ha optado por trabajar puntualmente el caso de las relaciones P/V y dejar el estudio del resto de relaciones para el siguiente ciclo de la E.S.O.*

En principio es difícil para el alumnado acometer situaciones como la propuesta, donde una variable depende de varias magnitudes y convendrá iniciarlos en que cualquier análisis funcional como el que se solicita, aunque sea semicuantitativo, requiere estudiar por separado cómo depende la presión de cada una de las variables estimadas, y ello presupone necesariamente que en cada relación concreta se controlen todas las restantes variables. Es lógico que en esta fase de emisión de hipótesis, los alumnos y alumnas planteen todo tipo de dependencias entre la presión y variables macroscópicas (volumen, temperatura, masa, etcétera, del gas) y submicroscópicas (cantidad de partículas, velocidad e incluso masa de las mismas). Esta actividad requerirá la intervención del profesor para reformular las respuestas haciendo ver, por ejemplo, que la velocidad de las partículas ya está relacionada con la propia temperatura del gas y puede ser eliminada, y poder llegar así a la relación $P = f(N, T, V)$. Posteriormente se puede matizar cualitativamente cada dependencia utilizando el esquema de control de variables y plantear cuestiones que mostrarán en qué medida han aprendido significativamente el modelo. Ejemplos de preguntas pueden ser:

- a) *Si dos recipientes tienen, respectivamente, un litro de aire y dos litros de oxígeno a la misma temperatura, ¿dónde habrá mayor cantidad de partículas? (Dependencia $V/N = k$).*

- b) *En dos frascos de dos litros cada uno hay encerrados gases distintos que están a la misma presión, pero distinta temperatura. ¿Dónde habrá mayor cantidad de gas? (Dependencia $N.T = cte.$).*

Ahora nos detendremos en el estudio de cómo se relaciona la presión del gas con su volumen, siempre que se mantengan constantes tanto la temperatura como la cantidad de partículas (masa) del gas encerrado.

A.18 Diseñad un montaje experimental que permita contrastar la relación supuesta entre la presión y el volumen ocupado por un gas.

A.19 Realizad el experimento concebido y analizad los resultados obtenidos.

Comentarios A.18 y A.19. *Los alumnos sugieren la utilización de un cilindro transparente, provisto de un émbolo, que pueda subir y bajar fácilmente, presionando sobre cierta cantidad de gas. Una simple jeringuilla, o bien una probeta graduada, como se describe en el nuevo Manual de la UNESCO para la enseñanza de las Ciencias (UNESCO, 1982), puede servir perfectamente. Basta colocar pesas iguales sobre el émbolo dispuesto verticalmente, para obtener valores relativos de la presión, medir el volumen en cada caso y construir una tabla de valores P-V.*

El uso de jeringuillas de plástico de 10 ml permite, tomando algunas precauciones, obtener resultados bastante correctos. Entre estas precauciones se pueden mencionar las siguientes:

- 1. El cierre de la jeringuilla: los alumnos proponen, entre otros procedimientos, fundir con una llama la parte más estrecha, poner un tapón de goma sobre la mesa y presionar sobre él la jeringuilla, hundir la hipodérmica sobre un tapón de corcho, etc., excepto este caso último, los demás funcionan bastante bien.*
- 2. Tener en cuenta la fricción (se puede utilizar algún lubricante, pero, en todo caso, conviene presionar ligera y rápidamente con la mano hasta constatar que la posición del émbolo no varía).*
- 3. Las pesas han de ser lo más planas posible (va muy bien un cilindro de hierro cortado en discos). Los resultados obtenidos son bastante aceptables.*

Una vez que se ha propuesto un modelo de partículas para la estructura de los gases, no debemos olvidar que la meta que perseguíamos desde el comienzo de este estudio era buscar una estructura común a toda la materia, independientemente de la forma o estado físico con que se presente.

¿Se puede
extrapolar el
modelo corpuscular de la
materia gaseosa a los líquidos y sólidos?

El estudio del comportamiento de los gases que se ha realizado nos ha llevado a concebir un modelo corpuscular para este tipo de materia, y ahora vamos a ver en qué medida puede ser extensible a los sólidos y líquidos. Es decir, intentaremos probar la validez de las hipótesis corpusculares para interpretar también el comportamiento de los estados condensados de la materia. Primeramente nos referiremos a las posibilidades de transformación de los gases en líquidos y sólidos. La importancia de este estudio es obvia: si pudiéramos concluir que cualquier sustancia puede pasar de gas a líquido o sólido y viceversa, cabría pensar que también los líquidos y sólidos están formados por partículas.

Esta hipótesis exigiría, naturalmente, explicar cómo tiene lugar el paso de las partículas sueltas de un gas a las masas aparentemente compactas y continuas de un sólido o un líquido, y poder dar cuenta de sus propiedades. Así pues, dedicaremos este apartado a:

- Estudiar si es posible licuar y solidificar cualquier gas (o viceversa).
- Explicar con el modelo de partículas cómo pueden tener lugar estos “cambios de estado”.
- Intentar mostrar que el comportamiento de líquidos y sólidos se explica con la existencia de partículas.

¿Se puede tener aire sólido o hierro gaseoso?

Los cambios de estado de la materia

Acostumbramos a decir, en lenguaje coloquial, que el aire es un gas, el alcohol un líquido o el hierro un sólido, y clasificamos los materiales y sustancias en cada uno de estos estados físicos. Por otra parte, sabemos que el agua pasa fácilmente a hielo o vapor, según las condiciones a las que la sometemos. Pero ¿estos cambios de estado que suceden en el agua pueden tener lugar en cualquier otra sustancia?

A.20 Proponed ejemplos, tomados de la vida cotidiana, de sustancias que puedan encontrarse en los distintos estados: sólido, líquido y gaseoso.

A.21 Sugerir algún procedimiento para licuar el aire sin enfriarlo.

Comentarios A.20 y A.21. Los alumnos pueden referirse a situaciones tan distintas como: la fusión del hierro en una siderúrgica, las botellas de gas líquido (visible en algunos encendedores transparentes), la condensación de vapor de agua en una superficie fría, etc.

Se pueden completar estas observaciones haciendo que los propios alumnos fundan naftalina, azufre, metales como el estaño y el plomo (¡atención a sus peligrosos vapores!), o sublimen alguna sustancia como el yodo o la misma naftalina, etc.

Las referencias a estos distintos ejemplos puede ir acompañada de consideraciones sobre el interés práctico de estos procesos, sobre el peligro de almacenamiento de gases combustibles, etc.

La actividad A.21. lleva a considerar la influencia de la presión (evitando la asociación exclusiva de la licuación de gases con el enfriamiento).

Lo esencial de este estudio de los cambios de estado (que se retomará en el tema 11 sobre los fenómenos caloríficos) es tan sólo establecer la vinculación entre los gases y las otras formas de existencia de la materia. Una vez verificada dicha vinculación, se trata ahora de ver cómo pueden explicarse los cambios de estado con ayuda del modelo corpuscular.

A.22 Explicad, con ayuda del modelo corpuscular de los gases, cómo puede tener lugar el paso de gas a líquido.

Comentario A.22. Las actividades A.20 y A.21 han permitido ver que los gases pueden licuarse, tanto por enfriamiento como comprimiéndolos. Ambas formas pueden explicarse con ayuda del modelo de partículas, si se introduce la hipótesis adicional de la existencia de fuerzas de unión entre las partículas (que en los gases no serían apreciables, debido a las enormes distancias existentes entre las partículas y a sus elevadas velocidades). En el primer caso, los alumnos comprenden que el enfriamiento del gas supone disminuir la velocidad de las partículas hasta el punto de que las fuerzas atracti-

vas no sean despreciables, frente al desorden propio de las partículas de los gases, y lleguen finalmente a enlazarse. Por otra parte, la compresión a que se somete al gas obliga a que el volumen en el que se mueven las partículas sea cada vez más pequeño y se favorezca así la interacción entre ellas, llegando también a unirse. Así pues, el modelo corpuscular parece que puede interpretar esta formación de líquidos siempre que se admita la existencia de interacciones entre las partículas y se produzca una elevada reducción de los extensos vacíos que se suponía existían en la estructura de los gases.

Pasaremos finalmente a detenernos en contrastar la validez de esta estructura corpuscular que se está proponiendo para explicar algunas propiedades de los sólidos y los líquidos.

¿Sigue habiendo huecos y moviéndose las partículas en líquidos y sólidos?

Los cambios físicos que se han visto en el apartado anterior nos han relacionado los diferentes estados de agregación de las sustancias. En todos ellos hemos utilizado el mismo modelo de partículas ideado en el estudio de los gases, que hemos tenido que retocar muy ligeramente al admitir que las partículas pueden interactuar entre sí llegando a unirse cuando las condiciones de temperatura y presión lo permiten. Ahora continuaremos aplicando cualitativamente este modelo corpuscular para ver si con él se pueden interpretar también las propiedades de los sólidos y líquidos, como su dilatación, la difusión de líquidos miscibles, la disolución de sólidos en líquidos, etc.

A.23 Proponed algunas observaciones y experiencias que apoyen la hipótesis de que en los sólidos y líquidos sigue habiendo partículas en movimiento y huecos en sus estructuras.

A.24 Los sólidos y líquidos se dilatan o contraen, respectivamente, cuando se calientan o enfrían. Esta dilatación y contracción suele ser muy pequeña (del orden de un 0,5% de su tamaño por cada 100° que sube su temperatura). Explicad esta propiedad con ayuda del modelo de partículas de la materia.

Comentarios A.23 y A.24. En A.23 se pueden proponer experiencias de difusión al mezclar líquidos, teniendo en cuenta que uno de ellos esté coloreado y se haga la mezcla con mucho cuidado; también se pueden realizar las experiencias de disolución de sólidos iónicos fuertemente coloreados como el permanganato o el dicromato potásicos. En ambos tipos de ensayos se percibe muy claramente cómo se difunden a través del disolvente. Aquí el alumnado recurre a los argumentos ya empleados para explicar la difusión en gases tratada en el apartado 1.5, que vienen a confirmar el movimiento de las partículas disueltas en la estructura del líquido. La interpretación lleva a aceptar la existencia de huecos en esta última, que permitan el movimiento percibido. En el caso de sólidos, se puede mencionar la formación de aleaciones, donde se presenta el mismo fenómeno aunque sea una disolución sólida. Otra experiencia que se puede planificar y realizar en un laboratorio escolar es disolver metanol en agua y comprobar que la suma de volúmenes iniciales de los líquidos es un poco menor que el volumen de la mezcla. La anomalía contraria se produce al disolver ácido sulfúrico en agua. Es evidente que éstos son ejemplos problemáticos que requieren interpretaciones estructurales. Una explicación plausible sería aquella que imagina la posible ubicación de las pequeñas partículas de metanol en algunos de los huecos que presenta una estructura tan abierta como la del agua y, en

consecuencia, se obtiene otra más compacta y de menor volumen. Conviene indicar que no sólo es un problema espacial, sino que también es debido a las interacciones entre las partículas. Al mismo tiempo, también es cierto que la disolución de otras sustancias en agua puede tener un efecto contrario al aumento de volumen.

Se puede concluir, pues, que el movimiento sigue siendo consustancial para las partículas, pero debido a las atracciones de las que los rodean, se restringe su libertad de desplazamiento en forma de movimientos vibratorios estrechamente ligados a la temperatura del sistema material. Así pues, al elevar la temperatura aumentará la intensidad de las vibraciones y, con ellas, la sección eficaz ocupada por cada partícula.

Como hemos visto, se ha cubierto el principal objetivo del tema: imaginar un modelo de estructura para la materia que permitiera explicar de forma coherente el mayor número posible de propiedades de gases, líquidos y sólidos. Ahora bien, como era de esperar, los nuevos conocimientos adquiridos tienen que superar nuevos desafíos que se les presentan en forma de problemas.

A.25 Plantead nuevas preguntas que en el desarrollo del tema se hayan quedado sin contestar o nuevos problemas que puedan poner en cuestión este modelo corpuscular de la materia.

Comentario A.25. La hipótesis atómica o corpuscular de la materia propuesta en el estudio del tema es un marco teórico de indudable valor que nos permite avanzar más fácilmente hacia el conocimiento, ya que favorece el planteamiento de problemas de mayor complejidad a los que todavía no hemos dado respuesta. Así, por ejemplo, ya tenemos una idea para abordar la explicación general de cómo están constituidas las sustancias y cómo ocurren los cambios físicos; pero quedan por explicar cambios más radicales, como los químicos, en los que unas sustancias se transforman en otras diferentes. Al propio tiempo, podemos preguntarnos si estas partículas que conforman las sustancias tendrán o no estructura interna, es decir, cómo estarán formadas, para poder llegar a explicar las propiedades características de cada sustancia conocida (que en número rebasa los dos millones).

Otra pregunta que se puede contestar utilizando el modelo atómico de la materia que hemos iniciado aquí, se refiere a buscar las causas de las interacciones, tanto entre las partículas cuando forman los estados condensados de la materia como las existentes entre los supuestos componentes que unidos conforman las propias partículas y donde convergerán los problemas originados en dominios de estudio próximos, como el del calor, o más remotos, como el de la electricidad, que se generaron históricamente mucho más tarde.

Otra pregunta fundamental que suele plantearse es la de “¿qué es lo que mantiene las partículas en movimiento (siendo así que los objetos se paran a menos que les empujemos)?”. Ello remite al estudio de la Mecánica que se realizará en el segundo ciclo. Insistimos en la conveniencia de resaltar estos problemas, que remiten a algunos de los temas siguientes (o a los estudios del ciclo superior), haciendo hincapié en su importancia e implicaciones en la transformación de nuestras vidas y de la vida sobre el Planeta.

Podemos referirnos, por último, a la profundización en el estudio de la presión atmosférica, que quedó planteado en el apartado 1.2 y al que dedicaremos, dado su interés, un amplio anexo.

Nuevos problemas asociados al modelo corpuscular

Anexo: El “mar de aire” y la presión atmosférica (*)

Un problema histórico que generó debates apasionantes fue el planteado en la primera mitad del siglo XVII sobre si el aire atmosférico ejercía o no presión sobre los objetos y las personas que habitamos en la superficie terrestre, al igual que una persona presiona sobre la nieve. Pero uno puede preguntarse: ¿es o no interesante en la actualidad este estudio?

A.1* ¿Para qué pueden servir los conocimientos físicos de la atmósfera?

Comentario A.1*. Una reflexión colectiva sobre la utilidad de estos conocimientos puede poner de relieve que la simple interpretación de los informativos sobre el tiempo, que se ven u oyen diariamente en los medios de comunicación (periódicos, radio, televisión, etc.), requiere una iniciación a las causas del movimiento de las grandes masas de aire atmosférico. La Meteorología, como parte de la Física actual que tiene por objeto, entre otras, la predicción del tiempo atmosférico, está basada en el conocimiento del comportamiento de los gases que estamos estudiando. Por otra parte, deportes como el montañismo, el atletismo, el submarinismo o la espeleología, por citar algunos, también requieren conocimientos de esta temática, sin los cuales estos deportistas pueden poner en peligro, innecesariamente, su salud e incluso la vida.

A.2* Al interpretar dos experiencias realizadas en la A.6 del tema de los gases (**a**) El agua del interior de una botella invertida sobre una cuba que tiene agua, no cae; **b**) Al apretar la ventosa sobre un baldosín, queda pegada), a menudo se dan las siguientes explicaciones:

a) el agua no cae porque se crearía el vacío dentro de la botella;

b) al apretar la ventosa, sale el aire, y el vacío formado es el que hace que se quede pegada al baldosín.

Comentad si estáis o no de acuerdo con las razones apuntadas y proponed, en su caso, alguna hipótesis alternativa.

A.3* En 1638, Galileo había hecho notar que las bombas aspirantes de extracción de agua no podían elevarla más allá de cierta altura (alrededor de 10,4 m). Y en 1644, Torricelli, uno de los discípulos de Galileo, concibió la idea de llenar un tubo de mercurio —unas 13 veces más denso que el agua— y sumergirlo boca abajo en una cubeta llena también de mercurio. El líquido descendía hasta una altura de 76 cm (una treceava parte de la alcanzada por el agua). ¿Cómo pueden entenderse estos hechos de acuerdo con la hipótesis de horror al vacío? ¿Qué otra explicación puede darse a los mismos?

(*) Las actividades de este anexo se distinguen, mediante un asterisco, de las incluidas en el desarrollo de la Unidad. La mayor parte de los conceptos tratados en este anexo están incluidos entre los especificados para el cuarto curso (R. D. 1345/1991, que establece el currículo de la E. S. O.). Por ello, estas actividades se proponen como posible ampliación.

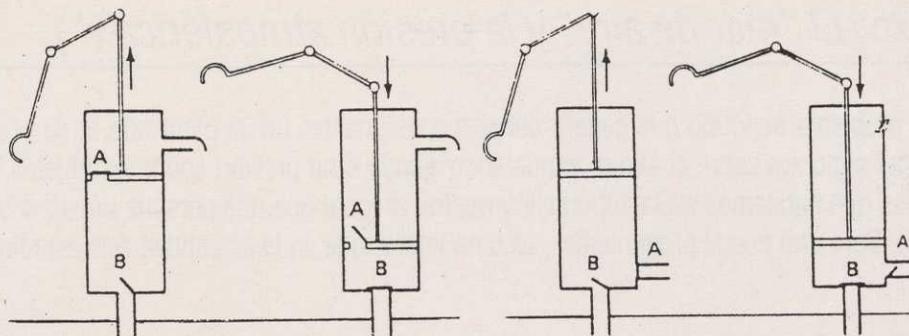


Figura 1*: Bombas aspirante-impelentes para extraer agua.
(Fuente: elaboración propia).

Comentarios A.2* y A.3*. En la actividad 2 se han propuesto algunas experiencias observadas cotidianamente y respuestas dadas por el propio alumnado, donde se manejan razonamientos ambiguos en torno a la hipótesis de horror al vacío. Así, por ejemplo, mientras la explicación dada en a' tiene como fundamento la hipótesis citada, la b' admite la existencia del vacío precisamente para atribuirle la acción de mantener unidas las superficies, pensamiento que ha sido detectado también en personas adultas. En la actividad 3 se hace uso de la Historia para explicitar más claramente aquella hipótesis antagónica a la de la existencia de la presión atmosférica en la que habrá que incidir ahora.

Los trabajos de Galileo, Torricelli, etc., llevaron a algunos físicos, como Pascal y Descartes, a romper con la idea de horror al vacío y buscar la explicación en "el peso de la masa del aire" en que nos encontramos sumergidos.

A.4* ¿Cómo podría contrastarse experimentalmente que la altura de la columna de mercurio es debida a la presión del aire existente por encima de la cubeta, y no al "horror al vacío"?

Comentario A.4*. Cabe esperar que los alumnos sugieran subir a lo alto de un monte, donde, al haber menos aire encima de la cubeta, la altura de la columna de mercurio debería descender. Vale la pena recordar que éste fue el experimento concebido por Pascal y realizado con éxito por su yerno. Ello permitió escribir a Pascal:

"... ¿Acaso la naturaleza aborrece más al vacío sobre los montes que en los valles cuando hay humedad o cuando hace buen tiempo? ¿No lo odia igualmente en un campanario que en un granero o en un corral?

Que todos los discípulos de Aristóteles reúnan lo más potente de sus maestros y sus comentadores, para explicar estas cosas por el horror al vacío, si es que pueden. Si no, reconozcan que las experiencias son los maestros de la física...".

A.5* ¿Cómo podríais diseñar un experimento para demostrar lo que vale la presión atmosférica en la superficie terrestre?

Comentario A.5*. En la determinación del valor de la presión atmosférica pueden proponerse varios diseños. Uno de ellos puede ser el realizado por Torricelli, viendo el peso de la columna de mercurio; otro, más sencillo de llevar a cabo en un laboratorio escolar, consiste en utilizar una ventosa y un dinamómetro que mida la fuerza necesaria para separarla una vez que esté pegada. También puede utilizarse un bombín invertido, al que se le cuelgan pesas calibradas (UNESCO, 1982). En cualquier caso convendrá resaltar el

elevado valor a que estamos sometidos en el fondo del mar de aire. Este gran valor se puede poner aún más de manifiesto con el famoso experimento de Magdeburgo.

- A.6*** En 1650 se había inventado la bomba de aire, por el alemán Otto Von Guericke, que servía para hacer el vacío. Con este aparato se realizó el famoso experimento de los hemisferios de Magdeburgo, según el cual varios caballos, tirando con toda su fuerza, no pudieron separar dos semiesferas unidas en las que se había hecho el vacío (fig. 2*). Buscad una explicación a este hecho.

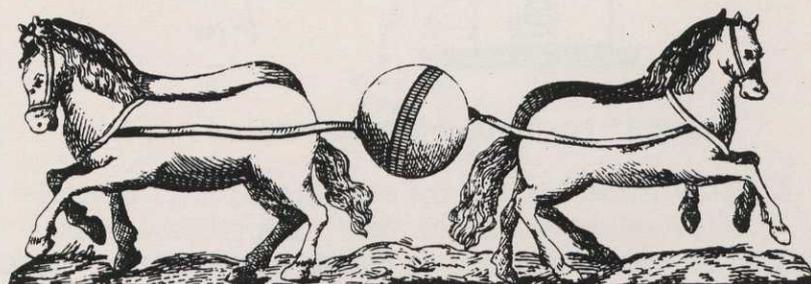


Figura 2*: ¿Por qué los caballos no pudieron separar las semiesferas?

- A.7*** ¿De qué pensáis que dependerá el valor de la presión atmosférica? Proponed experiencias que permitan comprobar vuestras suposiciones.

- A.8*** Actualmente se sabe que la atmósfera terrestre tiene una altura aproximada de 34 km. Haced un gráfico cualitativo que muestre cómo varía la presión atmosférica a medida que se asciende desde la superficie terrestre.

- A.9*** ¿Por qué los aviones, cuando vuelan a alturas elevadas (10.000 m), tienen que mantenerse herméticamente cerrados a la presión normal?

Mostrada la existencia del mar de aire y el gran peso que, como toda materia situada en la superficie terrestre, ejerce sobre cualquier punto de su masa fluida, interesa ahora detenernos brevemente en la medida de la presión atmosférica o de la presión de gases encerrados, bien utilizando barómetros de mercurio basados en la lectura de la altura de la columna de mercurio empleada por Torricelli (fig. 3*), o bien en barómetros metálicos o aneroides (es decir, "sin aire"), que son los que más frecuentemente se encuentran en domicilios habituales.

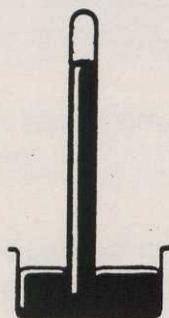


Figura 3*: Barómetro de mercurio.

- A.10*** En la figura 4* se ha esquematizado un barómetro aneroide que consiste en una caja cilíndrica metálica donde se ha hecho el vacío, y en cuyo interior hay un muelle (R). Explicad el funcionamiento de este instrumento.

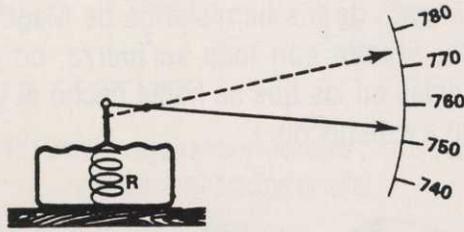


Figura 4*: Esquema de un barómetro metálico o aneroide.

- A.11*** Buscad un mapa del tiempo de Europa e interpretadlo, explicando en particular qué relación existe entre los valores de la presión en las líneas isobaras y las zonas de anticiclón y borrasca.

Comentarios A.10* y A.11*. El objetivo perseguido con estas actividades consiste en familiarizar al alumnado con la medida de presiones de gases, al tiempo que se busca una primera aproximación a nociones elementales de la meteorología como tema de interés para aquél (en particular a los conceptos de isobara, anticiclón, borrasca, etc., sin los cuales es difícil entrar a entender la previsión del tiempo). También se incidirá en esta cuestión en el siguiente apartado. El estudio del movimiento de las grandes masas de fluido requiere tener en cuenta, además, los movimientos de rotación y traslación terrestres, con lo que se desviaría el hilo conductor del tema, si bien puede quedar como nuevo problema en el que convendría profundizar más adelante.

Los resultados obtenidos acerca del peso de los gases requieren una síntesis y, al mismo tiempo, es necesario relacionarlos con los obtenidos en el estudio de gases que se hizo en este capítulo.

- A.12*** Haced una síntesis del estudio realizado sobre el aire y la presión atmosférica y justificad el hecho de que en la Luna no exista atmósfera.

Comentario A.12*. El "enrarecimiento" del estado gaseoso, derivado de su tendencia a difundirse, puede ser o no equilibrado por la atracción gravitatoria que la Tierra ejerce sobre cualquier masa, por muy difuminada que esté. Se explica así que la atmósfera sea atrapada por el campo terrestre, mientras que no ocurre lo mismo en las proximidades de la superficie de nuestro satélite.

Ahora se pueden aplicar estos conocimientos a diversas situaciones problemáticas como las siguientes.

- A.13*** Frecuentemente, cuando en invierno se aclaran copas con agua caliente y se dejan invertidas encima del banco de la cocina, se observa que quedan pegadas. ¿Cómo se puede explicar este fenómeno con ayuda del modelo corpuscular de la materia?

A.14* Una lata de aceite de coche, que está vacía y abierta, se calienta fuertemente y de forma inmediata se cierra herméticamente con su tapón. Al cabo de algún tiempo se observa cómo se aplasta la lata (fig. 5*). ¿Por qué ocurre este hecho? ¿Cómo podríamos devolverle a la lata su aspecto inicial?

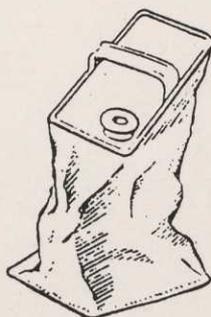


Figura 5*: ¿Por qué se aplasta la lata?, (Fuente: *Manual de la UNESCO para la enseñanza de las Ciencias*. Ed. Sudamericana, Buenos Aires.)

Comentarios A.13* y A.14*. En el primer caso, se puede observar si los estudiantes utilizan argumentos correctos. Es muy posible que de nuevo aparezcan razones como “al enfriarse el aire encerrado en la copa, se crea el vacío y éste adhiere la copa al banco”, que muestran lo alejados que están respecto de la idea de que la acción es ejercida realmente porque la presión atmosférica es superior a la existente en el interior de la copa. Convendría llegar a explicaciones submicroscópicas, donde se hace intervenir a las partículas del aire encerrado y del externo. Análogamente se puede hacer en la A.14*, ya que se ha comprobado que aparecen incluso en estudiantes de 2.º de Magisterio ideas animistas, ligadas a la tendencia que tiene la lata para recuperar el aire que había perdido en el calentamiento.

Damos por terminadas aquí estas aportaciones a la elaboración de materiales curriculares para el primer ciclo de la Educación Secundaria Obligatoria, cuyo objetivo fundamental ha sido, insistimos una vez más, mostrar un ejemplo de orientación que pueda servir de referencia, junto a otras programaciones, para los planteamientos necesariamente diferenciados de cada equipo de profesores y profesoras.

Bibliografía

- ❑ ALCÁNTARA, J. A. *Cómo educar las actitudes*. Barcelona: C.E.A.C., 1992.
- ❑ ASTOLFI, J. P., y DEVELAY, M. *La didactique des sciences*. París: PUF, 1989.
- ❑ BACHELARD, G. *La formation de l'esprit scientifique*. París: Vrin, 1938.
- ❑ BANET, E., y NÚÑEZ, F. "La digestión de los alimentos: un plan de actuación en el aula fundamentado en una secuencia constructivista del aprendizaje", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 10, págs. 139-147, 1992.
- ❑ BELL, B. F., y PEARSON, J. "Better Learning", en *International Journal of Science Education*, 14 (3), págs. 349-361, 1992.
- ❑ BURBULES, N., y LINN, M. "Science education and philosophy of science: congruence or contradiction?", en *International Journal of Science Education*, 13 (3), págs. 227-241, 1991.
- ❑ CAAMAÑO, A., y HUETO, A. *Orientaciones teórico-prácticas para la elaboración de unidades didácticas*. Curso de actualización científico-didáctica. Materiales del área de Ciencias de la Naturaleza. Madrid: M.E.C., 1992.
- ❑ CABALLER, M. J., y GIMÉNEZ, I. "Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 10 (2), págs. 173-180, 1992.
- ❑ CALATAYUD, M. L.; CARRASCOSA, J., y GIL, D., *et al.*, 1990. *La construcción de las ciencias físico-químicas (Libro del alumno y Libro del profesor)*. Valencia: Ed. Librería Nau Llibres.
- ❑ CAÑAL, P. *¿Cómo mejorar la enseñanza sobre la nutrición de las plantas verdes?* Sevilla: Instituto Andaluz de Formación y Perfeccionamiento del Profesorado. Colección "Materiales Curriculares para la Educación Primaria. Módulos Didácticos, 1". Sevilla: Junta de Andalucía, 1992.
- ❑ CAÑAL, P., y PORLÁN, R. "Investigando la realidad próxima: un modelo didáctico alternativo", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 5, págs. 89-96, 1987.

- CARRATALÁ, S. *Descubrir la célula*. Madrid: S. M., 1991.
- CORBELLA, J., y VALLS, C. *Ante una edad difícil. Psicología y biología del adolescente*. Barcelona: Ed. Folio, 1993.
- CURWIN, R. L., y CURWIN, G. *Cómo fomentar los valores individuales*. Barcelona: C.E.A.C., 1995.
- DOBZHANSKY, T. *Diversidad genética e igualdad humana*. Barcelona: Labor, 1978.
- DRIVER, R., y OLDHAM, V. "A constructivist approach to curriculum development in science", en *Studies in Science Education*, 13, págs. 105-122, 1986.
- DRIVER, R. "Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos", en *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), págs. 3-15, 1986.
- DUSCHL, R., y GITOMER, D. "Epistemological perspectives on conceptual change: implications for educational practice", en *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (9), págs. 839-858, 1991.
- FURIÓ, C., y GIL, D. *El programa-guía. Una propuesta para la renovación de la Didáctica de la Física y Química en el Bachillerato*. Valencia: I.C.E. de la Universidad de Valencia, 1978.
- FURIÓ, C., y HERNÁNDEZ, J. "Ideas sobre los gases en alumnos de 11 a 15 años", en *Enseñanza de las Ciencias*, 2, págs. 83-92, 1983.
- FURIÓ, C., y HERNÁNDEZ, J. "Instabilité des conceptions alternatives des élèves du primaire et du secondaire sur les gaz", en *Actas de IX^{èmes} Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique*. Chamonix: Ed. A. Giordan et J. L. Martinand, 1987.
- FURIÓ, C.; HERNÁNDEZ, J., y HARRIS, H. "Parallels between adolescents' conception of gases and the history of Chemistry", en *Journal of Chemical Education*, 64 (7), págs. 616-618, 1987.
- GAGLIARDI, R. "Los conceptos estructurantes en el aprendizaje por investigación", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 4, págs. 30-35, 1986.
- GARCÍA, J., y SILVELA, E. *El cuerpo y la salud*. Madrid: Penthalon, 1985.
- GENÉ, A., y ASTUDILLO, H. "Errores conceptuales en Biología: la fotosíntesis de las plantas verdes", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 2 (1), págs. 15-16, 1984.
- GENERALITAT VALENCIANA. *El deporte en la infancia y la juventud*. Valencia: Dirección General de Juventud y Deporte, 1985.
- GIL, D.
 - "Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias", en *Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1), págs. 26-33, 1983.
 - "Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación", en *Enseñanza de las Ciencias*, págs. 197-212, 1993.

- GIL, D.; CARRASCOSA, J.; FURIÓ, C., y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. *La enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona: Horsori, 1991.
- GIL, D., y GAVIDIA, V. "Propuesta A", en *Propuestas de Secuencia. Ciencias de la Naturaleza. Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: M.E.C./Escuela Española, 1993.
- GIORDAN, A.

 - *La enseñanza de las Ciencias*. Madrid: Siglo XXI, 1982.
 - "De las concepciones de los alumnos a un modelo de aprendizaje alostérico", en *Investigación en la Escuela*, 8, págs. 3-13, 1989.
- HARRÉ, R. *El método científico*. Madrid: Blume, 1970.
- HODSON, D.

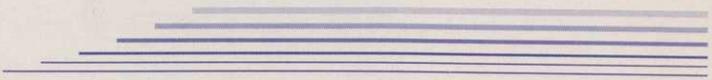
 - "In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education", en *International Journal of Science Education*, 14 (5), págs. 541-566, 1992.
 - "Philosophy of science, science and science education", en *Studies in Science Education*, 12, págs. 25-57, 1985.
 - "Towards a philosophically more valid science curriculum", en *Science Education*, 72 (1), págs. 19-40, 1988.
- JIMÉNEZ, M.^a P.

 - "Preconceptos y esquemas conceptuales en Biología. Selección bibliográfica", en *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), págs. 165-167, 1987.
 - "Cambiano las ideas sobre el cambio biológico", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 9, págs. 248-256, 1991.
- LEWONTIN, R. "La diversidad humana", en *Biblioteca Scientific American*. Barcelona: Labor, 1984.
- LINN, M. C. "Establishing a research base for science education: challenges, trends and recommendations", en *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (3), págs. 191-216, 1987.
- LLORENS, J. A. "La concepción corpuscular de la materia. Obstáculos epistemológicos y problemas de aprendizaje", en *Investigación en la Escuela*, 4, págs. 33-49, 1988.
- MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., et al. *La búsqueda de la unidad en la Naturaleza*. Alicante: Ed. Agua Clara, 1993.
- M. E. C.

 - Real Decreto 1345/1991, de 6 de septiembre, por el que se establece el Currículo de la Educación Secundaria Obligatoria (B.O.E. n.º 220, del 13 de septiembre de 1991).
 - *Diseño Curricular Base. Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: M.E.C., 1989.
- MOULTON, F. R., y SCHIFFERS, J. *Autobiografía de la Ciencia*. México: Fondo de Cultura Económica, 1986.

- NOVICK, S., y NUSSBAUM, J. "Pupils understanding of the particulate nature of matter: a cross-age study", en *Science Education*, 65, págs. 187-196, 1981.
- NUFFIELD. *Biología*. Barcelona: Omega, 1972.
- OSBORNE, R., y WITTRICK, M. "Learning science: a generative process", en *Science Education*, 67, págs. 490-508, 1983.
- PETIT, C., y PREVOST, G. *Genética y Evolución*. Barcelona: Omega, 1972.
- POSNER, G. J., *et al.* "Accommodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change", en *Science Education*, 66, págs. 211-217, 1992.
- POZO, J. I. *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Madrid: Visor, 1987.
- REYNOLDS, V. *Biología de la acción humana*. Madrid: Villalar, 1977.
- RIVAS, M. "Factores de eficacia escolar: una línea de investigación didáctica", en *Bordón*, 264, págs. 693-708, 1986.
- ROCHON, A. *Educación para la Salud. Guía práctica para realizar un proyecto*. Barcelona: Masson, 1991.
- S. i C., GRUPO. *La salud en la escuela*. Valencia: Consellería de Cultura, Educació i Ciència, 1987.
- SAHUQUILLO, E., *et al.* "Un currículo de Ciencias equilibrado desde la perspectiva de género", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 11, págs. 51-58, 1993.
- SALLERAS, L. *Educación sanitaria: principios, métodos, aplicaciones*. Madrid: Díaz de Santos, 1990.
- SANTAÉLICES, L. "La comprensión de lectura en textos de Ciencias Naturales", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 8 (1), págs. 59-63, 1990.
- SERRANO, T. "Representaciones de los alumnos en Biología: estado de la cuestión y problemas para su investigación en el aula", en *Actas de las IV Jornadas de Investigación en la Escuela*, págs. 157-161, Sevilla, 1987.
- SPEARS, M. G. "Sex bias in science teachers' ratings of work and pupils characteristics", en *European Journal of Science Education*, vol. 6, págs. 369-377, 1984.
- UNESCO. *Nuevo Manual de la UNESCO para la enseñanza de las Ciencias*. Barcelona: Edhasa, 1982.
- VELASCO, J. M. "¿Cuándo un ser vivo puede ser considerado animal?", en *Enseñanza de las Ciencias*, 9, 1, págs. 43-52, 1991.
- WHEATLEY, G. H. "Constructivist perspectives on Science and Mathematics learning", en *Science Education*, 75 (1), págs. 9-21, 1991.
- WHEELER, C. M. *Biología humana ilustrada*. Madrid: Paraninfo, 1981.

PROPUESTA B



Ciencias de la Naturaleza

Educación Secundaria Obligatoria. Primer ciclo

Autores:

Carmen Albaladejo Marcet

Aureli Caamaño Ros

Conxita Márquez Bargallo

M.^a Luisa Rubio Bonet

Neus Sanmartí Puig

Programación: criterios

En el primer ciclo de E.S.O. (12-14) es aconsejable organizar los contenidos referidos a conceptos del currículo de ciencias en torno a **conceptos estructurantes propios de la ciencia integrada**, como los de materia, energía, sistema, diversidad, cambio, interacción y estructura. El nivel de los alumnos en este ciclo requiere abordar estos conceptos de forma eminentemente cualitativa.

Este enfoque de ciencia integrada resulta adecuado para el primer ciclo de la Secundaria Obligatoria; sin embargo, caben diferentes grados de integración, de forma que la organización de los contenidos obedezca estrictamente a estos conceptos estructurantes (**ciencia integrada basada en conceptos estructurantes**), o bien que estos conceptos actúen como organizadores de los contenidos en unidades estructuradas alrededor de temas globales como el estudio del aire, del agua, de los seres vivos, de las fuerzas, de la luz, etc. (**ciencia combinada**). Es esta segunda opción la que hemos escogido en las unidades didácticas desarrolladas al final del documento (página 269 y siguientes).

La búsqueda de un currículo de ciencias equilibrado requiere atender a la vez a los conceptos, a los procedimientos y a las actitudes, pero también abordar la enseñanza de las ciencias de la naturaleza desde la triple perspectiva de la ciencia pura, de la ciencia aplicada y de la interacción ciencia-sociedad. En este sentido creemos conveniente organizar la programación de este ciclo atendiendo, además de a los tres tipos de contenidos citados, a los elementos de **ciencia-tecnología-sociedad (C.T.S.)** que van a ser abordados.

Los principales **procedimientos** que se deberían trabajar en este ciclo son:

- La **observación** de objetos y fenómenos, y de diferencias y similitudes entre objetos y fenómenos (describir observaciones, ordenarlas, agruparlas, clasificarlas, interpretarlas).
- El **manejo de instrumentos** básicos y el aprendizaje de **técnicas sencillas** de recogida de muestras, de separación de componentes de una mezcla, etc.
- La **medida** y el **tratamiento de los datos** (tablas, gráficos, diagramas, etc.).

Organización y secuencia de los contenidos

- La *recogida de información* y su *interpretación* (establecimiento de regularidades, relación entre variables, inferencia, obtención de conclusiones, etc.).
- La *modelización* y la predicción a partir de modelos sencillos.
- La *experimentación* y la *resolución de problemas prácticos sencillos* (pequeñas investigaciones).
- La *comunicación* de resultados (informes, exposiciones, etc.) y la discusión argumentada sobre temas de ciencia y sociedad.

Es evidente que todos ellos deben ser trabajados en un nivel apropiado a la edad de los alumnos del primer ciclo de E.S.O.

Los **criterios de secuencia** (Del Carmen, 1991; Sanmartí-Caamaño-Albaladejo, 1993) que se han seguido para secuenciar los contenidos del ciclo han sido:

- La elección de los *conceptos estructurantes*: materia, sistema, energía, diversidad, cambio, etc., como organizadores de los contenidos.
- La pertinencia de los contenidos en relación al desarrollo evolutivo de los alumnos y alumnas, primando el *enfoque cualitativo* de los conceptos y la simplicidad de las habilidades prácticas e intelectuales.
- La *importancia de los contenidos* seleccionados en relación a las disciplinas científicas que conforman el área de Ciencias de la Naturaleza.
- La *adecuación de los contenidos* a los conocimientos previos del alumnado.
- La *delimitación de unas ideas-eje* como hilo conductor de los contenidos de cada Unidad, en muchos casos provenientes de temas C.T.S.
- El *equilibrio entre los contenidos* referidos a conceptos, a procedimientos y a actitudes, así como *entre los contextos* de ciencia pura y de ciencia-tecnología-sociedad.
- La *continuidad y progresión* de los contenidos fundamentales a lo largo del primer ciclo (12-14) y en relación con el segundo (14-16).

La **organización de los contenidos** a lo largo de los dos años se ha realizado a través de doce unidades didácticas (seis por año) con una orientación de **ciencia combinada**.

Los contenidos del **primer curso** se han estructurado alrededor de los conceptos de **materia, diversidad, cambio e interacción** (diversidad de seres vivos, diversidad de estados de la materia y de materiales —agua, rocas, minerales—, movimientos y fuerzas). El hilo conductor de la programación de este curso se encuentra en una **aproximación progresiva a la Tierra**, en la que se parte de su situación en el Universo para llegar al estudio de su relieve, las rocas, los minerales, el agua, los seres vivos que la habitan y ciertos elementos tecnológicos, como los puentes y los automóviles. Las unidades son las siguientes:

1. *La astronomía diurna.*
2. *Diferentes formas de vida.*
3. *Agua para todo y para todos.*
4. *El movimiento y las fuerzas.*

5. *Los seres vivos en acción.*
6. *¿Cómo reconocer rocas y minerales?*

Los contenidos del **segundo curso** se han estructurado alrededor de los conceptos de **materia, energía, interacción, cambio y estructura** —este último a nivel muy elemental—. En el segundo curso se estudian la energía, los seres vivos y su entorno, la adaptación de los seres vivos al medio, la luz y los instrumentos ópticos más sencillos, el aire y el cambio químico, y la atmósfera y la predicción del tiempo. Las unidades son las siguientes:

7. *La energía.*
8. *Los seres vivos y su entorno.*
9. *Adaptaciones de los seres vivos.*
10. *Luz y visión.*
11. *El aire: un material que está por todas partes.*
12. *¿Cómo se puede predecir el tiempo?*

La secuencia de algunas de las unidades en cada uno de los cursos puede ser cambiada, siempre que se revisen cuidadosamente los prerrequisitos conceptuales de la nueva secuencia. Por ejemplo, en el primer año podría seguirse también el orden: 1, 3, 6, 2, 5 y 4; y en el segundo: 7, 11, 12, 10, 8 y 9. Sin embargo, existen algunas unidades cuyo orden relativo debe respetarse; por ejemplo, en el segundo año parece adecuado abordar el concepto de energía antes que el estudio de los seres vivos, de la reacción química o de los cambios atmosféricos; y parece también más adecuado estudiar en primer lugar las propiedades y composición del aire, y posteriormente las de la atmósfera.

A continuación describimos brevemente los contenidos de cada Unidad.

En la Unidad 1 (*La astronomía diurna*) se aborda el estudio de la estructura del sistema solar y de los movimientos de la Tierra y de la Luna para explicar el día y la noche, las estaciones, las fases de la Luna, los eclipses y las mareas.

En la Unidad 2 (*Diferentes formas de vida*) se estudia la diversidad de los seres vivos, su clasificación, y la célula como unidad imprescindible para la comprensión de lo vivo; se escoge un mercado como centro de interés para el estudio de la diversidad de animales y de plantas.

En la Unidad 3 (*Agua para todo y para todos*), el estudio del agua es un motivo para el conocimiento y determinación de propiedades características como la densidad, la temperatura de ebullición, etc., para diferenciar entre distintos tipos de sistemas (mezclas, disoluciones y sustancias puras) y para el estudio de la diversidad de estados de la materia y de los cambios de estado. A la vez se plantea la importancia del agua para los seres vivos y para la industria, el problema del agua como recurso escaso, su potabilización, su consumo y su depuración posterior.

En la Unidad 4 (*El movimiento y las fuerzas*) se aborda el estudio del movimiento, la medida del espacio, del tiempo y de la velocidad, el concepto de fuerza y su medida, el análisis de puentes como estructuras en equilibrio y la relación cualitativa entre las fuerzas y la modificación del estado de movimiento de los cuerpos, con ejemplos de los medios de transporte y de comunicación actuales.

En la Unidad 5 (*Los seres vivos en acción*) se estudian las funciones de los seres vivos: la nutrición, la relación y la reproducción, comparando las diferentes formas de captar la materia y la energía de los animales y de los vegetales. Se estudian también los hongos y las bacterias y sus usos industriales.

En la Unidad 6 (*¿Cómo reconocer rocas y minerales?*) se estudian las rocas y los minerales, sus propiedades, dónde se encuentran y su aprovechamiento económico. Las rocas y el relieve y la distribución de recursos minerales en España.

En la Unidad 7 (*La energía*) se aborda el tema de la energía: su utilidad, la procedencia de la energía, los tipos de energía, las formas de transferir la energía, los conceptos de calor y de temperatura, las formas de propagación del calor, el consumo de energía y el ahorro energético.

En la Unidad 8 (*Los seres vivos y su entorno*) se estudian los conceptos de comunidad, población y hábitat, los cambios naturales en los ecosistemas y los producidos por la acción humana, tomando como ejemplo el bosque. Se trata el interés económico de los bosques, su distribución en España y el problema de los incendios forestales.

En la Unidad 9 (*Adaptaciones de los seres vivos*) se estudian los diferentes medios (acuático y terrestre) donde viven los seres vivos y su adaptación al medio. Se aborda el estudio del suelo y su importancia para el cultivo, la necesidad de suelos naturales y agrícolas, el uso de fertilizantes y el problema de los pesticidas.

En la Unidad 10 (*Luz y visión*) se estudia la luz y su propagación, el proceso de la visión y los instrumentos ópticos más importantes. La reflexión y la refracción de la luz, el color, los espejos, las lentes, la cámara fotográfica, el ojo humano, los defectos visuales y su corrección mediante lentes. Los contenidos de esta Unidad pueden ser más extensos de lo que pueda ser desarrollado en el ciclo 12-14; en cualquier caso, se ofrecen como una propuesta para la etapa 12-16 en su conjunto.

En la Unidad 11 (*El aire: un material que está por todas partes*) se aborda el estudio de la composición del aire, la estructura corpuscular de los gases y el concepto de cambio químico y sus aplicaciones. Las reacciones de importancia biológica —la respiración y la fotosíntesis—, las reacciones de combustión como fuentes de energía y las reacciones de oxidación de los metales. Se estudian los problemas de la corrosión y de la contaminación atmosférica.

En la Unidad 12 (*¿Cómo se puede predecir el tiempo?*) se trata el estudio de la atmósfera, la diversidad de fenómenos que tienen lugar en ella, algunas variables que condicionan el tiempo atmosférico, el problema de la previsión del tiempo atmosférico y los rasgos característicos de los mapas del tiempo.

Orientaciones didácticas y para la evaluación

Orientaciones didácticas

Las presentes orientaciones para la elaboración de materiales curriculares del primer ciclo de E.S.O. están basadas en una **perspectiva constructivista** del aprendizaje y de la enseñanza de las ciencias, de acuerdo con la cual es el propio alumno quien “construye” su saber, perspectiva que constituye el fundamento psicopedagógico de la actual Reforma de la Educación Secundaria Obligatoria (M.E.C., 1992).

Una de las ideas básicas del constructivismo es la apreciación de que la forma en que las personas aprenden depende de manera crucial de las concepciones que ya poseen en un dominio o contexto particular. En consecuencia, el aprendizaje de los **conceptos** propuestos en la anterior programación debe basarse en una perspectiva de cambio progresivo de las concepciones previas de los alumnos a las concepciones científicas. Por tanto, las actividades de aprendizaje de los conceptos deberán tener en cuenta los resultados de las **investigaciones realizadas en el campo de las concepciones de los alumnos** —recogidas en diferentes monografías (Driver *et al.*, 1989; Hierrezuelo-Montero, 1992; Giordan, 1988; Pozo *et al.*, 1991; Llorens, 1991)— y seguir las **estrategias didácticas** recomendadas (Driver *et al.*, 1992; Osborne-Freyberg, 1991; Gil *et al.*, 1991; Jiménez *et al.*, 1992), que pueden resumirse en las siguientes **fases**: actividades de exploración y discusión de las ideas previas; actividades de reestructuración, mediante el planteamiento de situaciones conflictivas y la aportación de nuevas ideas por parte del profesor; actividades de aplicación de las nuevas ideas a contextos diversos, y actividades de síntesis y valoración de las ideas nuevas respecto de las ideas iniciales.

La enseñanza de los **procedimientos** requiere un uso diversificado de **actividades prácticas** que incluye la realización de experiencias para la vivencia de los fenómenos, de experimentos ilustrativos, de ejercicios prácticos para el aprendizaje de técnicas y de procedimientos de medida, de actividades de observación e interpretación, de clasificación, de emisión de hipótesis, de interpretación de datos, de experimentos para el contraste de hipótesis y de actividades investigativas o de resolución de problemas teóricos y prácticos (Caamaño, 1992; AA. VV., 1994).

Una tendencia importante es el uso cada vez mayor de las **actividades investigativas abiertas**, originadas en la realidad próxima al alumnado, con el fin de que resulten relevantes e interesantes de realizar. Estas actividades requieren del profesor una actitud de observación y de disposición a prestar la ayuda que los grupos precisen en cada momento. Es conveniente programar actividades abiertas de dificultad variable, que permitan que alumnos con capacidades e intereses diversos puedan interesarse por las propuestas de trabajo. También es deseable programar las actividades abiertas de forma que su dificultad aumente progresivamente a lo largo del ciclo. Ello requiere conocer los factores que hacen más difícil una investigación (Grau, R., 1994).

La enseñanza de los conceptos y procedimientos de las ciencias experimentales ha de tener en cuenta la actual **visión epistemológica y sociológica de las ciencias** que no considera que el conocimiento científico se derive directamente de la experiencia por una serie de reglas de inferencia (observación, clasificación, medida, generalización, etc.), ni considera la ciencia provista de un método objetivo e infalible, ni la considera una actividad neutral y libre de factores psicológicos, socio-históricos y económicos (Chalmers, 1982; Giordan *et al.*, 1988). Por el contrario, se considera la ciencia como un proceso de elaboración de construcciones mentales, inicialmente con carácter hipotético o conjetural, que se ofrecen con el objetivo de interpretar la experiencia, y que se muestran influidas por los paradigmas sociales y científicos de cada época.

La reflexión sobre la **naturaleza de la ciencia** y sobre sus métodos constituye de este modo un objetivo ineludible del profesor de ciencias, habida cuenta de la forma implícita con que las concepciones del profesorado se transmiten en el currículo.

Las **actividades de interpretación de observaciones y de experiencias, de emisión de hipótesis, de elaboración de conceptos y de modelos y las de aprecia-**

ción de teorías alternativas en la historia de la ciencia (teoría del calórico, teoría del flogisto, teorías iniciales sobre la respiración, la digestión o la reproducción, etc.) constituyen ocasiones adecuadas para favorecer la formación de una imagen correcta de la naturaleza de la ciencia.

Los objetivos de la enseñanza de las ciencias deben ampliarse para incluir las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, con el objetivo de preparar mejor al alumnado para sus vidas como profesionales y como ciudadanos responsables en una sociedad democrática (Solomon, 1993; AA. VV., 1995). Por otro lado, si presentamos la ciencia como una actividad humana que ejerce un fuerte impacto en nuestras vidas y a la que podemos aportar diferentes puntos de vista, contribuiremos a provocar un **cambio de actitud** positivo en nuestros alumnos en relación a su valoración de la ciencia y del área de las Ciencias de la Naturaleza.

Esta aproximación a la enseñanza de las ciencias implica familiarizarse en el uso de una serie de **actividades C.T.S.** como son los debates, las dramatizaciones (*role playing*), las encuestas, la búsqueda de información, el análisis de datos, la toma de decisiones en situaciones simuladas, etc. (A.S.E., 1990, 1992).

La enseñanza de **temas transversales** que abordan los objetivos de la educación para la salud, la educación para el consumo, la educación medioambiental, la coeducación, la educación para la paz, etc., constituyen áreas comunes con las definidas en la educación C.T.S.

En resumen, la visión pedagógica constructivista nos hace ser partidarios de un **currículo centrado en las actividades**. En el diseño y desarrollo de las actividades en el aula creemos que:

- Debe darse un gran **protagonismo al alumnado** para que participe activamente en la construcción de sus conocimientos.
- Debe usarse una **gran variedad de actividades**, todas ellas en el marco de una perspectiva constructivista del aprendizaje, en situaciones y contextos diferentes (Albaladejo *et al.*, 1993).
- Deben utilizarse **actividades de dificultad y motivación diversa**, que permitan que alumnos con capacidades e intereses diversos puedan interesarse por las propuestas de trabajo (Bacas y Martín-Díaz, 1992).
- Debe usarse frecuentemente el **trabajo cooperativo en pequeños grupos**, ya que se trata de una forma de agrupación e interacción que favorece el desarrollo intelectual y social de los alumnos.
- Debe favorecerse un **clima distendido en el aula** para que la participación y el diálogo sean habituales.

Evaluación

La **evaluación** ha de tratar de comprender el proceso de aprendizaje de los estudiantes y orientar el proceso de enseñanza. Normalmente se distinguen tres fases: la evaluación inicial, la evaluación formativa y la evaluación sumativa.

La **evaluación inicial** permite determinar la situación de cada alumno (diagnóstico) y la del grupo-clase (pronóstico) al principio de cada Unidad didáctica con la finalidad de orientar el conjunto de las actividades de aprendizaje previstas.

La **evaluación formativa** permite observar y valorar los cambios que se producen, facilitando la adecuación constante de las actividades y de la metodología. Supone actividades de evaluación frecuentes en períodos cortos, con objeto de detectar a tiempo las dificultades de los alumnos y poder ponerle remedio.

La **evaluación sumativa** da información sobre la consecución de los objetivos didácticos previstos al comienzo de la Unidad y se realiza al finalizar ésta.

En los últimos años se comienza a introducir el concepto de **evaluación formadora**, que consiste en una variación de la evaluación formativa en la que se intenta que la regulación del proceso de aprendizaje sea asumida principalmente por el estudiante, de forma que la reflexión sobre el proceso de aprendizaje (**metaaprendizaje**) y la **autoevaluación** se convierten en la pieza clave de todo el dispositivo pedagógico (Jorba-Sanmartí, 1993; Alonso *et al.*, 1992; AA. VV., 1995).

Esta regulación de los aprendizajes tiene lugar a través de cuatro actividades básicas:

- **La representación correcta de los objetivos.** Esto implica que el profesor adopte una actitud de "transparencia" respecto de los contenidos a aprender, el progreso de los alumnos que se pretende conseguir y la marcha del grupo-clase.
- **La planificación previa de la acción.** Planificar la acción significa decidir los pasos a seguir para realizar un trabajo determinado. Estos pasos pueden representarse mediante bases de orientación, cartas de estudio, mapas direccionales, etc.
- **La apropiación de los criterios de evaluación.** El alumno hace suyos los criterios de evaluación expuestos por el profesor. La realización de ejercicios de autoevaluación en los cuales los alumnos evalúan su propio trabajo y de ejercicios de coevaluación (evaluación entre alumnos) está en esta línea.
- **La autogestión de los errores.** La idea central consiste en que el profesor es quien detecta los errores, pero la corrección la han de llevar a cabo los propios alumnos y alumnas.

Como **instrumentos de evaluación** pueden utilizarse:

- La **observación directa** del trabajo de los alumnos.
- **Cuestionarios conceptuales**, procedimentales o actitudinales.
- El **análisis de comunicaciones** escritas u orales, individuales o en grupo.
- **Pruebas escritas** objetivas y de ensayo.
- **Técnicas de autoevaluación** (cuestionarios de conocimientos previos, construcción de bases de orientación o mapas direccionales para la resolución de problemas, encuestas de autoevaluación de actitudes, etc.).

La **evaluación de los procedimientos y de los trabajos prácticos** requiere poseer un **esquema de evaluación**, que consiste en un esquema de las habilidades y procedimientos que se desea que los alumnos aprendan, un conjunto de **criterios** para cada una de las actividades prácticas de evaluación que permitan decidir si el alumno es o no competente en cada una de las habilidades (y en ocasiones conocer en qué grado) y una **escala de puntuación** asociada a cada nivel de competencia. Estas **matrices de evaluación o listas de verificación** pueden utilizarse tanto en la observación del trabajo práctico como en la valoración de los informes escritos posteriores (Caamaño-Hueto, 1992).

A continuación mostramos una estructura posible para los informes que deben solicitarse a los alumnos en actividades prácticas de tipo investigativo (actividades abiertas).

ESTRUCTURA DEL INFORME DE UNA INVESTIGACIÓN

Planteamiento del problema	<i>Describe cuál es el problema que se ha de resolver.</i>
Planificación	<i>Describe tu plan inicial y cualquier cambio que hayas introducido a lo largo de la investigación.</i>
Realización	<i>Describe lo que has hecho. ¿Qué medidas has realizado? ¿Qué has hecho para asegurarte de que las medidas son exactas?</i>
Comunicación	<i>Muestra de forma clara los valores de las medidas realizadas.</i>
Interpretación	<i>¿Qué conclusiones sacas de los resultados? Describe: ¿por qué llegas a estas conclusiones? ¿Hasta qué punto estás seguro de tu interpretación?</i>
Revisión	<i>Si tuvieras que realizar la investigación de nuevo, ¿qué cambiarías?</i>

Por último, hay que destacar la distinción poco clara que de hecho hay entre las actividades de aprendizaje y las actividades de evaluación ya que, en definitiva, una misma actividad puede ser empleada para una u otra finalidad. En realidad toda actividad de aprendizaje tiene una vertiente evaluativa y, a la inversa, toda actividad de evaluación tiene un carácter de aprendizaje.

Bibliografía general

A continuación se exponen las referencias bibliográficas de carácter general. Recordamos que, al final de cada Unidad didáctica del ciclo, se detalla un conjunto de materiales bibliográficos y otros recursos específicos para cada una de esas unidades didácticas.

- ALONSO, M.; GIL, D., y MARTÍNEZ TORREGROSA, J. "Los exámenes de física en la enseñanza por transmisión y en la enseñanza por investigación", en *Enseñanza de las Ciencias*, 10, 2, pág. 127, 1992.
- ALBALADEJO, C.; GRAU, R.; GUASCH, E., y MANUEL, J. *La ciència a l'aula. Activitats d'aprenentatge en Ciències Naturals*. Barcelona: Barcanova, 1993.

- ❑ A.S.E., *S.A.T.I.S 14-16 (Science and Technology in Society)*.
 - *Guía general*. (Traducción realizada por la Comisión de Ciencias del Colegio de Licenciados de Cataluña. Barcelona, 1990). Herts (Reino Unido): A.S.E., 1986.
 - *S.A.T.I.S. 8-14*. Box 3, Herts (Reino Unido): A.S.E., 1992.
- ❑ AA. VV. "Los trabajos prácticos", en *Alambique*, n.º 2. Barcelona: Graó Educación, 1994.
- ❑ AA. VV.
 - "La educación Ciencia-Tecnología-Sociedad", en *Alambique*, n.º 3. Barcelona: Graó Educación, 1995.
 - "La evaluación de los aprendizajes", en *Alambique*, n.º 4. Barcelona: Graó Educación, 1995.
- ❑ BACAS, P., y MARTÍN DÍAZ, M. J. *Distintas motivaciones para aprender ciencias. Materiales diversificados para el estudio de la presión y el calor. Sus implicaciones*. "Materiales 12-16 para Educación Secundaria". Madrid: M.E.C./Narcea, 1992.
- ❑ CAAMAÑO, A. "Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación", en *Aula de Innovación Educativa*, 9, pág. 61, 1992.
- ❑ CAAMAÑO, A., y HUETO, A. *Orientaciones teórico-prácticas para la elaboración de unidades didácticas*. Curso de actualización científico-didáctica. Materiales del área de Ciencias de la Naturaleza. Madrid: M.E.C., 1992.
- ❑ CARMEN, L. "La secuenciación de los contenidos educativos", en *Cuadernos de Pedagogía*, 188, pág. 20, 1991.
- ❑ CHALMERS, A. F. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI, 1982.
- ❑ DRIVER, R.; GUESNE, E., y TIBERGHEN, A. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: M.E.C./Morata, 1989.
- ❑ GIL, D., et al. *La enseñanza de las ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona: I.C.E. de la Universidad de Barcelona/Horsori, 1991.
- ❑ GIORDAN, A. *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos*. Sevilla: Díada Editoras, 1988.
- ❑ GIORDAN, A., et al. *Conceptos de Biología*. 2 vols. Barcelona: M.E.C./Labor, 1988.
- ❑ GRAU, R. "¿Qué es lo que hace difícil una investigación?", en *Alambique*, n.º 2, 1994.
- ❑ HIERREZUELO, J., y MONTERO, A. *La ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la física y química*. Sevilla: Díada Editoras, 1992.
- ❑ JIMÉNEZ, M. P.; ALBALADEJO, C., y CAAMAÑO, A. *Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza*. Curso de actualización científico-didáctica. Materiales del área de Ciencias de la Naturaleza. Madrid: M.E.C., 1992.
- ❑ JORBA, J., y SANMARTÍ, N. "La función pedagógica de la evaluación", en *Aula de Innovación Educativa*, n.º 20, pp. 20-30, 1993.

- LLORENS, J. A. *Comenzando a aprender química*. Madrid: Aprendizaje Visor, 1991.
- MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., et al. *La búsqueda de la unidad en la Naturaleza*. Alicante: Ed. Agua Clara, 1993.
- M. E. C. *Secundaria Obligatoria. Ciencias de la Naturaleza*. Madrid: M.E.C., 1992.
- OSBORNE, R., y FREYBERG, P. *El aprendizaje de las ciencias: las implicaciones de la ciencia de los alumnos*. Madrid: Narcea, 1991.
- POZO, J. I., et al. *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química*. Madrid: C.I.D.E./M.E.C., 1991.
- SANMARTÍ, N.; CAAMAÑO, A., y ALBALADEJO, C. "Propuesta B", en *Propuestas de Secuencia. Ciencias de la Naturaleza. Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: M. E. C./Escuela Española, 1993.
- SOLOMON, J. *Teaching science, technology and society*. Buckingham: Open University Press, 1993.

Programación: unidades didácticas para el primer año

Objetivos didácticos

- Conocer los componentes y la organización del Universo.
- Conocer el origen de la Tierra, Sistema Solar y el Universo.
- Saber la situación de la Luna en la Tierra y su relación con el Sol y otros planetas.
- Familiarizarse con las magnitudes del Universo.
- Comprender los movimientos de la Tierra.
- Conocer la situación de la Luna respecto a la Tierra y el Sol.
- Saber qué es una hipótesis y que éstas pueden ser modificadas a medida que se va profundizando en el conocimiento científico.
- Construir instrumentos para observar y medir.
- Saber utilizar instrumentos para medir y observar el firmamento.
- Saber observar el firmamento a simple vista o por medio de instrumentos.
- Aprender a orientarse utilizando la posición del Sol y de las estrellas.
- Interpretar fenómenos naturales relacionados con el movimiento de la Tierra (día y noche, estaciones) mediante la utilización de modelos.
- Interpretar fenómenos naturales relacionados con el movimiento de la Luna (fases de la Luna, mareas, eclipses) mediante la utilización de modelos.
- Ver las dificultades en que se encuentran los científicos para conocer hechos de los que no se pueden hacer observaciones directas.
- Tener conciencia de la provisionalidad de las teorías científicas.
- Interesarse por la observación del cielo.

Unidad 1: *La astronomía diurna*

Contenidos

Conceptos

1. El Universo:
 - Magnitudes del Universo.
 - Organización del Universo.
 - Origen del Universo.
2. La Tierra como planeta del Sistema Solar:
 - Origen y formación.
 - Forma y situación.
3. Movimientos de la Tierra:
 - Traslación y rotación.
4. La Luna como satélite de la Tierra:
 - Fases de la Luna.
 - Los eclipses.
 - Influencias entre la Luna y la Tierra.

Procedimientos

- Observación a simple vista: de la Tierra y de sus fases, de las estrellas y las constelaciones.
- Observación por medio de instrumentos: uso de prismáticos y telescopio.
- Comunicación de las observaciones mediante dibujos, descripciones, etc.
- Construcción de modelos para ver que la Tierra se mueve, la sucesión de los días y las noches, los eclipses.
- Reconstrucción de un planisferio terrestre.

Actitudes

- Concienciarse de la provisionalidad de las teorías científicas.
- Interés por la observación del cielo.

El **tiempo previsto** para esta Unidad es de 15-20 horas.

Actividades de aprendizaje

1. ¿Quién es quién en el Universo?

- Como actividad introductoria y para responder en pequeño grupo se plantean diferentes preguntas para conocer las concepciones sobre estos temas: preguntas abiertas, de asociación, etc., y realización de un póster.

- Utilizando el periódico, anotar las principales efemérides astronómicas de la semana para confeccionar un dietario.
- Relacionar los nombres de una lista de diferentes partes del Universo con las definiciones que les corresponda.
- A continuación se les presenta un cuadro con los niveles de organización del Universo, agrupados en complejidad creciente, para que lo puedan comparar con las relaciones anteriormente hechas. También, opcionalmente, se les pueden presentar las diferentes medidas de organización del Sistema Solar, desde un átomo hasta el Universo, para que puedan hacerse una idea de la diferencia de tamaños.

2. El gran estallido

- Lectura corta y muy sencilla sobre el origen del Universo, la teoría del Big Bang, con un cuestionario de pocas preguntas para ayudar a su interpretación. Este cuestionario se puede responder individualmente o en pequeño grupo mediante discusiones y con una posterior puesta en común.

3. La Tierra, un planeta

- Pequeño cuestionario que sirve para conocer las ideas previas que tiene el alumnado sobre la situación y la forma de la Tierra. Esta actividad también se utilizará posteriormente para que los alumnos expliquen los objetivos que creen se van a asumir en esta actividad.
- Aproximación al origen: lectura para hacer individualmente y cuestionario para resolver en pequeño grupo. En la lectura se explica un posible origen de la Tierra. El cuestionario va orientado a la comprensión del texto que han leído e introducirles en lo que es una hipótesis.
- Cuadro esquemático del *Calendario cósmico* de Carl Sagan. El calendario nos da información sobre los principales sucesos ocurridos desde que se originó el Universo y la Tierra hasta hoy, comparándolo con el tiempo de un año. Se realiza un cuestionario orientado hacia la comprensión de la información que se da comparándolo con el tiempo real, iniciándose en la idea de tiempo geológico. Algunas de las preguntas requieren una búsqueda bibliográfica.
- Un poco de historia: Eratóstenes. Vídeo del primer capítulo de la serie *Cosmos*. Con esta actividad se pretende que los alumnos se den cuenta de cómo trabajan los científicos, de las dificultades que comporta este trabajo y que los conocimientos actuales son el resultado del trabajo de muchos científicos a lo largo del tiempo. Con este vídeo llegan a saber que la Tierra es redonda y cómo se demostró este hecho.
- Búsqueda bibliográfica. El alumno individualmente tiene que realizar una búsqueda bibliográfica sobre las características de la Tierra que más le interesen y elaborar un cuadro, exponiéndolo a los demás.
- Explicación magistral sobre la estructura de la Tierra partiendo de lo dicho por los diferentes grupos en la actividad anterior. A continuación, según el nivel de la clase o sólo para determinados alumnos, se les puede dar una lectura sobre *¿cómo es el interior de la Tierra?* y, ayudados por esquemas, dar una respuesta a la pregunta.

- **Un Sistema Solar a escala.** En esta actividad se pretende que sean conscientes del tamaño relativo de los diferentes planetas que componen el Sistema Solar. Se les da unos círculos de cartulina que representan los diferentes planetas a escala. Los han de identificar y situarlos en las diferentes órbitas, de las cuales se les da el radio.

4. Movimientos de la Tierra

- **Torrente de ideas** para ver las concepciones que tienen sobre cómo se mueve la Tierra. En esta actividad se les plantea a los alumnos la tarea que se va a realizar, cómo y por qué.
- **La Tierra gira sobre sí misma.** Actividad práctica en la que los alumnos construyen de forma muy sencilla un péndulo de Foucault para ver el movimiento de la Tierra.
- **El día y la noche.** Construcción de un modelo para ver que el movimiento de la Tierra es el responsable de la alternancia día-noche.
- **La Tierra gira alrededor del Sol.** Lectura informativa en la que se explica que la Tierra se traslada alrededor del Sol, describiendo órbitas elípticas. Este movimiento dura 365 días y 6 horas y es el responsable de las estaciones. Aprovechando el modelo construido en la segunda actividad (*La Tierra gira sobre sí misma*) se verá cómo se produce este movimiento de traslación.

5. La Luna, satélite de la Tierra

- **Realización de un dibujo sobre las diferentes fases de la Luna** y la explicación que se da a este fenómeno. Se les comunican los objetivos que se van a intentar conseguir.
- **Las caras de la Luna.** Utilizando el modelo de la actividad anterior y añadiéndole la Luna se reproducirá el movimiento de la Luna con respecto a la Tierra y de ésta con respecto al Sol. Así se verá cómo aparecen las diferentes fases de la Luna. Esta actividad se hará en pequeño grupo y cada portavoz explicará al resto de la clase sus conclusiones.
- **Los eclipses.** Se utilizará el mismo modelo para estudiar la posición Sol-Tierra-Luna cuando se produce un eclipse. Esta actividad puede utilizarse como de aplicación.
- **Influencias entre la Luna y la Tierra.** Pequeña lectura sobre las mareas y cuestionario para sintetizar las ideas expuestas.
- **Actividad de aplicación.** Se puede realizar un mapa conceptual para que relacionen todos los conceptos que han intervenido en esta Unidad.

Actividades de evaluación

Evaluación inicial

Al inicio de cada uno de los temas principales (el Universo, la Tierra, movimientos de la Tierra y la Luna) se han planteado diferentes actividades para conocer las concepciones del alumnado. Estas actividades son variadas, dependiendo sobre todo del tema que se va a tratar, y han de utilizarse siempre las más adecuadas.

- **Cuestionario** con diferentes tipos de preguntas, abiertas, de asociación, etc., sobre el Universo, la situación y la forma de la Tierra.

- **Torrente de ideas** para saber las concepciones que tienen sobre cómo se mueve la Tierra.
- **Realización de un dibujo** sobre las diferentes fases de la Luna y la explicación que dan a este fenómeno.

Evaluación en el transcurso del aprendizaje (formativa)

- En las actividades introductorias se incluye la propuesta de que los estudiantes se expliquen entre ellos qué trabajos deben realizar, que **expliciten los objetivos que se quieren conseguir**. Es en estos momentos cuando se comunican los objetivos y es a través de éstos cuando se puede evaluar la primera percepción que tiene el alumnado sobre los mismos.
- Mediante una **ficha de observación individual** podemos obtener datos sobre las dificultades que se pueden encontrar los alumnos delante de determinadas actividades, así como de su actitud respecto a la actividad.
- **Observación** pautada del grado de competencia de los alumnos en los procedimientos de observación a simple vista, observación por medio de instrumentos, construcción de modelos para ver los movimientos de la Tierra, los días y las noches, los eclipses.
- La **revisión periódica del cuaderno de actividades** del alumno nos puede dar información y servir como instrumento evaluador a lo largo del aprendizaje.
- La evaluación de algunos procedimientos y las actitudes se realiza por medio de una **ficha de observación** tomando notas mientras los alumnos realizan la actividad.
- En algunas actividades se proponen **ejercicios de aplicación o de síntesis** en los cuales el alumno o alumna tiene que realizar un mapa conceptual de los conceptos más importantes que han salido en la Unidad o hacer una síntesis en las puestas en común.
- Evaluación de la destreza de **construcción de aparatos** (péndulo de Foucault).

Es importante que el alumno o alumna se implique en su propia evaluación mediante la autoevaluación.

Evaluación final (sumativa)

- Actividades en las que se proponen ejercicios de aplicación de los contenidos. Las actividades más adecuadas para este propósito son la **resolución de situaciones problema**.
- Actividades de **evaluación de procedimientos** (comprensión de textos científicos, toma de datos, construcción de modelos, interpretación de gráficos).
- Actividades de **síntesis** mediante la realización de resúmenes, mapas conceptuales.

Bibliografía y recursos

Bibliografía

- ▣ ASIMOV, I.
 - *El Universo*. Madrid: Alianza Editorial, 1980.
 - *La tragedia de la Luna*. Barcelona: Plaza & Janés.

- ❑ BROMAN, L.; ESTALELLA, R., y ROS, R. *Experimentos de astronomía*. Madrid: Ed. Alhambra, Colección "Biblioteca de Recursos Didácticos", 1988.
- ❑ COMELLAS, J. L. *El Universo*. Madrid-Barcelona: Salvat, Aula Abierta Salvat. Colección "Temas Clave", n.º 3, 1988.
- ❑ GRIBBIN, J. *En busca del Big Bang*. Madrid: Pirámide, Colección "Ciencia de Hoy", 1988.
- ❑ JOVER, G. *La Luna, Marte y los meteoritos*. Madrid: Akal, 1977, 1984.
- ❑ RONAN, C. *Los amantes de la astronomía*. Barcelona: Ed. Blume, 1982.
- ❑ SAGAN, Carl. *Cosmos*. Barcelona: Ed. Planeta, 1980.
- ❑ UNESCO. *Nuevo manual para la enseñanza de las Ciencias*. Buenos Aires: Sudamericana, 1975.

Vídeos

- ❑ Colección "*Educación de la Enciclopedia Británica*"
 - Serie de Ciencias de la Tierra: Astronomía:
 - *El Universo, más allá del Sistema Solar*
- ❑ Colección "*Fundación de Serveis Populars*"
 - *Astronomía, I*
 - *Satélites del Sol*
 - *Cometas*
 - *La vida de las estrellas*
- ❑ Colección "*Educativa*" de TVE
 - *Hace cuatro mil seiscientos millones de años*
 - *Enfriamiento de la Tierra*
- ❑ Serie "*Cosmos*" de Carl Sagan
 - *Capítulo 1: En la orilla del océano cósmico*

Visitas

Como complemento a las actividades propuestas en la Unidad didáctica sería recomendable la visita a un Planetarium.

Unidad 2: *Objetivos didácticos*

Diferentes formas de vida

- Darse cuenta de que los seres vivos nos son imprescindibles como fuente de alimentos.
- Saber extraer información de la observación directa de los seres vivos.
- Diferenciar un ser vivo de un objeto inerte y conocer las funciones que caracterizan a los seres vivos, así como su organización.

- Conocer el concepto de especie.
- Conocer los criterios de clasificación y saber clasificar utilizando claves dicotómicas.
- Conocer la clasificación de los seres vivos en cinco reinos y saber distinguir entre animales y vegetales.
- Conocer las características de una planta superior y reconocer los diferentes órganos que la forman.
- Saber que el consumo como alimento de una u otra parte de la planta está relacionado con las reservas de sustancias nutritivas que contiene.
- Observar muestras de animales y vegetales, a simple vista y con la lupa binocular, y hacer su descripción y/o dibujo resaltando los rasgos principales.
- Realizar disecciones sencillas (pez, crustáceo, flor).
- Conocer la lupa binocular y saberla usar para observar pequeños seres vivos.
- Conocer las características de algunos grupos de animales (peces, crustáceos, moluscos, etc.).
- Extraer las ideas básicas de textos sencillos, de esquemas y de vídeos.
- Valorar la importancia de los seres vivos como alimento.
- Relacionar el consumo de uno u otro tipo de ser vivo con las costumbres sociales.
- Ser rigurosos en la toma de datos y en la comunicación del trabajo experimental.
- Participar en debates y resumir verbalmente y/o por escrito, utilizando la terminología científica y la expresión correcta, el contenido de una discusión, de una observación o de un vídeo.

Contenidos

Conceptos

1. Los seres vivos:
 - Funcionalidad.
 - Niveles de organización.
 - Los seres vivos como alimento.
2. Clasificación de los seres vivos:
 - Concepto de especie.
 - Concepto de clave dicotómica.
 - Los criterios de clasificación.
 - La diversidad de los seres vivos.
 - Los cinco reinos.

3. El reino animal:
 - Los animales como alimento.
 - Los peces.
 - Los crustáceos.
 - Los moluscos.
 - Los vertebrados terrestres.
 - Los invertebrados terrestres.
4. El reino vegetal:
 - Las plantas con flor y semilla.
 - Los diferentes órganos de la planta: raíz, tallo, hojas, flores, frutos y semillas.
 - Conocimientos de la lupa binocular y su manejo.
 - Los vegetales como alimentos.
 - Las plantas sin flores.

Procedimientos

- Realización de un trabajo práctico (siembra y cultivo de la *Brasca rapa*) siguiendo instrucciones.
- Obtención de información a partir de las etiquetas de los alimentos.
- Clasificación de objetos y seres vivos.
- Uso de claves dicotómicas.
- Confección de claves dicotómicas.
- Observación e interpretación de esquemas.
- Realización de mapas conceptuales.
- Emisión de hipótesis.
- Manipulación y observación directa de animales y plantas.
- Disección de una flor.
- Diseño de experimentos (para que un alimento no se enmohezca, para que la carne no se pudra).
- Diseño y realización de un experimento (fabricación del pan y del vino).
- Observación directa y descripción de animales y plantas a simple vista y/o con la lupa.
- Uso de la lupa binocular.
- Comunicación de resultados mediante murales, tablas, dibujos esquemáticos, descripciones.

Actitudes

- Valoración de la importancia de los seres vivos como fuente de alimento.
- Interés por conocer la diversidad de los seres vivos.
- Rigurosidad en el trabajo de laboratorio, en la toma de datos y en la comunicación de resultados.
- Respeto hacia otros puntos de vista en lo referente al tipo de alimentación.
- Cuidado del material utilizado en el laboratorio y en el mantenimiento del mismo.

El **tiempo previsto** para esta segunda Unidad es de 15-20 horas.

Actividades de aprendizaje

1. El mercado

- La visita, en tiempo libre e individualmente, a un **mercado de abastos** para recoger información sobre qué tipos de puestos hay en un mercado y qué tipos de alimentos se venden en ellos será la actividad inicial propuesta para comenzar el estudio de la diversidad de los seres vivos, objetivo de esta Unidad.
- La puesta en común sobre la visita al mercado se reflejará en la confección de **pósters**, donde quedará reflejada la diversidad de seres vivos que se encuentran en un mercado.
- El trabajo con las etiquetas de los alimentos nos permitirá incidir en que los alimentos proceden de seres vivos, aunque a simple vista no se reconozcan. También nos permite trabajar otro aspecto: la conservación de los alimentos.

2. Las semillas, un alimento muy utilizado

- Se utilizará una semilla (uno de los alimentos más consumidos) para estudiar experimentalmente el ciclo vital de un ser vivo. Esta actividad nos permitirá **ver y estudiar todos los órganos de una planta superior**, así como sus requerimientos en cuanto a la nutrición y la reproducción (polinización).

3. Semejanzas y diferencias

- Trabajo en grupo y discusión para, mediante las preguntas planteadas en un cuestionario, diferenciar entre un ser vivo y un objeto inerte, así como entre un ser vivo con vida y un ser vivo que ya no la manifiesta.

4. ¿Qué es un ser vivo?

- Lectura informativa sobre las características de los seres vivos. En ella se tratan las funciones vitales que caracterizan a los seres vivos y se introducen los niveles de organización.

- La realización de un mapa conceptual permitirá averiguar el grado de comprensión de estos conceptos.

5. El nombre y la clasificación de los seres vivos

- Actividad introductoria donde se plantea la necesidad de que los seres vivos tengan un nombre único que permita identificarlos independientemente del idioma que se hable.
- Texto informativo sobre la nomenclatura binominal de Linneo, introduciendo el concepto de especie. Con las cuestiones que se plantean se pretende reforzar el aprendizaje de estos conceptos.
- Trabajo en grupo en el que se pretende que los alumnos comprendan qué es una clave dicotómica.
- Actividad en la que cada grupo de trabajo ha de construir una clave dicotómica. La utilidad o no de la tabla ha de mostrar que el criterio de clasificación elegido es válido.
- Utilizando los pósters del mercado, contruidos anteriormente, se pedirá a los alumnos que clasifiquen los seres vivos allí representados anotando los criterios elegidos.
- Texto informativo sobre la diversidad de seres vivos y su agrupación en cinco reinos, enunciándose los criterios de clasificación.
- Actividad de aplicación para obtener información sobre la adquisición de los objetivos propuestos en los diferentes grupos de trabajo.

6. El reino animal

- Trabajos prácticos para clasificar los animales que podemos adquirir en una pescadería, y observar y extraer las características morfológicas principales de los peces, los crustáceos decápodos y los moluscos gasterópodos y bivalvos.
- Trabajo en grupo para averiguar las ideas de los alumnos sobre los diferentes grupos de animales, especialmente sobre los vertebrados terrestres.
- Utilización de vídeos y búsqueda bibliográfica para obtener información de diferentes grupos de animales.

7. El reino vegetal

- Actividad para averiguar las concepciones de los alumnos sobre cómo es una planta superior. Se comparará lo que dicen con los datos experimentales que han obtenido en la actividad en la que han plantado una semilla y observado el ciclo vital complejo de una planta.
- Información sobre los diferentes órganos de una planta superior, así como de las modificaciones que pueden presentar.
- Trabajo práctico consistente en la disección de varias flores. Se introduce el uso de la lupa binocular.
- Actividades de aplicación que pretenden que los alumnos reconozcan qué órgano del vegetal nos comemos cuando consumimos frutas o verduras, y las características que nos permiten reconocerlos.

- A partir de un cuadro esquemático sobre el reino vegetal, se han de identificar los diferentes grupos de plantas, completándose la información mediante la búsqueda bibliográfica. Cada grupo elaborará un póster con la información recogida.

Actividades de evaluación

Evaluación inicial

Las actividades iniciales de cada bloque de contenidos van encaminadas a saber las ideas previas de los alumnos (los alimentos como seres vivos o procedentes de seres vivos, la clasificación y nomenclatura de los seres vivos, los diferentes grupos de animales o las partes de una planta superior).

En diferentes actividades, a lo largo de cada capítulo de la Unidad didáctica, se van planteando preguntas a los alumnos, bien individualmente, bien en grupo, encaminadas a saber cuáles son los conocimientos iniciales, intentando relacionarlos, siempre que sea posible, con la vida cotidiana.

Evaluación en el transcurso del aprendizaje (formativa)

La utilización de fichas de observación en las que quede reflejado el trabajo individual y/o en grupo de los alumnos nos permitirá evaluar algunos procedimientos y actitudes, sobre todo los relacionados con el trabajo práctico de laboratorio y el trabajo en grupo.

La libreta de clase, donde quede reflejado el trabajo del alumno, nos puede dar información sobre la adquisición de algunos de los objetivos propuestos a lo largo del aprendizaje.

Las preguntas o actividades de síntesis y aplicación propuestas al final de cada bloque de contenidos nos permitirán también este tipo de evaluación.

Evaluación final (sumativa)

Algunas de las actividades de síntesis o aplicación realizadas a lo largo del aprendizaje (mapas conceptuales, elaboración de informes de un trabajo práctico, etc.) pueden servir para evaluar la consecución de los objetivos propuestos.

Para conocer el grado de aprendizaje de los conceptos, y también de los procedimientos, se realizarán pruebas escritas.

El planteamiento de preguntas problema como “¿Con qué otros seres vivos compartimos nuestra casa? Obsérvalos y clasifícalos” puede ser una actividad que nos permita la evaluación sumativa.

Bibliografía y recursos

Bibliografía

- ▣ ALBALADEJO, C.; GIMENO, A.; GINER, A.; MORGUI, M.; NISTAL, M.; RUBIO, L., y UGEDO, L. *Nueva Enciclopedia Temática Planeta. Ciencias de la vida, I*. Barcelona: Planeta, 1989.
- ▣ AMMANN, K. *La vida en las aguas dulces*. Barcelona: Teide, 1986.

- ARTHUR, A. *Moluscos, crustáceos y otros animales acorazados*. Madrid: Altea, Taurus, Alfaguara, Colección "Biblioteca Visual Altea", 1991.
- BIANCHINI, F.; CORDETTA F., y PISTOLA, M. *Frutos de la tierra. Atlas de las plantas comestibles*. Barcelona: Aedos, 1984.
- BINNEY, R. *Las plantas. El mundo de la botánica*. Barcelona: Plaza & Janés, 1985.
- BISHOP, O.
 - *Aventuras con animales pequeños*. Barcelona: Labor, 1988.
 - *Aventuras con plantas pequeñas*. Barcelona: Labor, 1988.
- BURNIE, D.
 - *El árbol*. Madrid: Altea, Taurus, Alfaguara, Colección "Biblioteca Visual Altea". 1989.
 - *Los secretos de las plantas*. Madrid: Altea, Taurus, Alfaguara, Colección "Biblioteca Visual Altea". 1990.
- CALABRIA, M.
 - *Experimentos de Biología, II: Vegetales*. Madrid: Akal, 1990.
 - *Experimentos de Biología, III: Animales*. Madrid: Akal, 1990.
- CAÑAL DE LEÓN, P. *Investigando los seres vivos de la ciudad*. Barcelona: Teide, 1984.
- DE JUANA, E., y DE JUANA, J. R. *Guía de los pescados y mariscos de consumo habitual en España*. Barcelona: Omega, 1987.
- DEL CARMEN, L. *Investigando en el bosque*. Barcelona: Teide, 1981.
- HARRISON, S.; MASEFIELD, G., y WALLIS, M. *Guía de las plantas comestibles*. Barcelona: Omega, 1980.
- JANSON, M., y POPE, J. *Animales. El mundo de la zoología*. Barcelona: Plaza & Janés, 1985.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. *Investigando a la orilla del mar*. Barcelona: Teide, 1986.
- LANZARA, P. *El mundo de las plantas*. Madrid: Espasa-Calpe, 1977.
- LUTHER, W., y FIEDLER, K. *Peces y demás fauna marina de las costas del Mediterráneo*. Barcelona: Pulide, 1969.
- MCCARTHY, C. *Los reptiles*. Madrid: Altea, Taurus, Alfaguara, Colección "Biblioteca Visual Altea", 1990.
- MOUND, L. *Los insectos*. Madrid: Altea, Taurus, Alfaguara, Colección "Biblioteca Visual Altea", 1990.
- MOURIER, H.; WINDING, O., y SUNESEN, E. *Guía de los animales parásitos de nuestras casas*. Barcelona: Omega, 1979.
- NOVAK, J. D., y GOWIN, D. B. *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca, 1988.
- NUFFIELD BIOLOGÍA. *Introducción a los seres vivos. Guía del alumno*. Barcelona: Omega, 1971.

- PARKER, S.
 - *Los mamíferos*. Madrid: Altea, Taurus, Alfaguara, Colección "Biblioteca Visual Altea", 1990.
 - *Esqueletos*. Madrid: Altea, Taurus, Alfaguara, Colección "Biblioteca Visual Altea", 1990.
 - *La orilla del mar*. Madrid: Altea, Taurus, Alfaguara, Colección "Biblioteca Visual Altea", 1991.
 - *Los peces*. Madrid: Altea, Taurus, Alfaguara, Colección "Biblioteca Visual Altea", 1990.
- PRIMEC, C. T. *Actividades para jóvenes botánicos*. La Coruña: Adara, 1971.
- SUZUKI, D., y HEHNER, B. *Exploremos los insectos*. Barcelona: Labor, 1989.
- SUZUKI, D., y HEHNER, B. *Exploremos las plantas*. Barcelona: Labor, 1989.
- TOUYRE, P. *Guía para observar la Naturaleza*. Barcelona: Martínez Roca, 1986.
- UNIVERSITAS. *Clasificación de las formas de vida*. Barcelona: Salvat, 1986.
- WHALLEY, E. *De la oruga a la mariposa*. Madrid: Altea, Taurus, Alfaguara, Colección "Biblioteca Visual Altea", 1990.

Videos

- Colección "BBC"
 - *Introducción a los invertebrados*
- Colección "Educación de la Enciclopedia Británica"
 - *¿Qué es un pez?*
 - *¿Qué es un anfibio?*
 - *¿Qué es un reptil?*
 - *¿Qué es un ave?*
 - *¿Qué es un mamífero?*
 - *El proceso de polinización*
- Colección "Fundación Serveis de Cultura Popular"
 - *Germinación y crecimiento de las plantas*
 - *Dispersión de frutos y semillas*
 - *El ciclo vital de una planta fanerógama*
 - *Hongos*
 - *Insectos útiles al hombre*
 - *Los invertebrados*
 - *Los vertebrados*
 - *La clasificación de los cinco reinos*
 - *La química de la cocina: frutas y verduras*

— *La química de la cocina: carnes y pescados*

— *La química de la cocina: conservas*

Visitas

Como complemento de las actividades propuestas, además de la visita a un mercado, pueden realizarse visitas a museos de Zoología y de Ciencias Naturales, al parque zoológico, a un acuario o a un jardín botánico.

Unidad 3: *Objetivos didácticos*

Agua para todo y para todos

- Reconocer que para describir un material identificamos sus propiedades características y que éstas son muchas y diferentes. Identificar algunas de estas propiedades en el agua y en materiales que se mezclan con el agua (color, olor, solubilidad, estado a temperatura ambiente, densidad...).
- Profundizar en el estudio de dos propiedades características: solubilidad y densidad.
- Reconocer que en la Naturaleza se encuentra una gran diversidad de materiales y que para su estudio es necesario seleccionar criterios para clasificarlos. Identificar como criterios posibles: el estado en que se encuentran, sus propiedades y composición.
- Comparar materiales reconociendo sus similitudes y diferencias en relación con algunas de sus propiedades características.
- Distinguir entre mezclas —homogéneas y heterogéneas— y sustancias puras.
- Conocer algunos métodos para separar mezclas, y las propiedades en las cuales se basan. Identificar las acciones necesarias para aplicarlos.
- Relacionar los métodos de purificación de sustancias y los que se utilizan para depurar y/o potabilizar el agua.
- Conocer el ciclo del agua, en la Naturaleza y con intervención del hombre. Reconocer los cambios que tienen lugar y las principales causas de dichos cambios.
- Reconocer los principales utensilios de uso en el laboratorio y las normas de seguridad que se deben aplicar.
- Tender a trabajar en el laboratorio cuidadosamente y con precisión, observando normas de limpieza y de orden.
- Tender a valorar positivamente y a poner en práctica actuaciones que eviten la contaminación del agua o el derroche de la misma.

Contenidos

Conceptos

1. Estudio de algunas propiedades características de los materiales:
 - Concepto de propiedad característica.

- Profundización en el estudio de algunas propiedades del agua:
 - Solubilidad y su variación con la temperatura.
 - Densidad y su variación con la temperatura y con la concentración.
2. Clasificación de los materiales:
- Diferenciación entre mezclas homogéneas y heterogéneas.
 - Profundización en el estudio de las disoluciones: soluto y disolvente, concentración.
 - Diferenciación entre mezclas y sustancias puras.
3. Ciclo del agua:
- Estados de agregación de la materia.
 - Aplicación al estudio de los cambios de estado que tienen lugar en el ciclo del agua en la Naturaleza.
 - El ciclo del agua con intervención del hombre: procesos de depuración y potabilización.

Procedimientos

- Uso de instrumentos de medida como la balanza, la probeta y el termómetro.
- Manipulación del material de vidrio.
- Técnicas para separar componentes en sistemas homogéneos y heterogéneos. Aplicación al estudio de métodos para depurar y potabilizar el agua.
- Uso y confección de cuadros de doble entrada para la recogida de datos.
- Lectura de gráficos de curvas de solubilidad.
- Normas de seguridad en el trabajo en el laboratorio y principales actuaciones que deben tomarse en caso de accidentes en el laboratorio.
- Observación sistemática de algunas propiedades de los materiales.
- Comparación entre las propiedades de diversos materiales: reconocimiento de regularidades y diferencias.
- Clasificación de los materiales atendiendo a sus propiedades.
- Clasificación de los sistemas naturales en función de su homogeneidad/heterogeneidad y de si son sustancias puras o mezclas.
- Redacción de informes sobre las observaciones realizadas.

Actitudes

- Deseo de trabajar en el laboratorio cuidadosamente y con precisión.
- Hábitos de limpieza y orden en el uso del material experimental.
- Tendencia a analizar críticamente el trabajo propio y el de los compañeros y compañeras.

- Puesta en práctica de actuaciones que eviten la contaminación del agua.
- Reconocimiento de que el agua es un recurso escaso y que, en consecuencia, debe controlarse su consumo.

El **tiempo previsto** para esta tercera Unidad es de 15-20 horas.

Actividades de aprendizaje

1. ¿Por qué aprender cosas sobre el agua?

- Discusión sobre algunas de las características excepcionales del agua que la hacen un material imprescindible para la vida. Comunicación de los objetivos de la Unidad y reconocimiento de la representación que se hace el alumnado de los contenidos propuestos.

2. ¿Disuelve el agua todo tipo de sustancias?

- Trabajo experimental de comparación entre las mezclas de distintas sustancias en agua.
- Información sobre cómo clasificar los materiales y respuesta a ejercicios en los cuales se deba aplicar la información recibida.

3. ¿Siempre es más fácil disolver sustancias en agua caliente que en agua fría?

- Trabajo experimental que permita observar que el azúcar se disuelve en mayor proporción en agua caliente que en agua fría.
- Interpretación de gráficas que muestren curvas de solubilidad.
- Comparación entre estos datos y los que se refieren a la solubilidad de gases en agua.

4. La densidad, otra propiedad característica de las sustancias

- Cuestionario para poner de manifiesto las ideas del alumnado sobre el concepto de densidad.
- Información sobre dicho concepto y coevaluación de las respuestas dadas inicialmente.
- A partir de observaciones (una botella que se ha roto como consecuencia de haberla dejado llena de agua, y tapada, en el congelador) y de dibujos (un iceberg flotando en el agua), deducir que la densidad del agua disminuye al congelarse, al contrario de lo que le ocurre a cualquier sustancia.
- Aplicación de las variaciones de densidad con la temperatura y con la concentración a la interpretación de distintos fenómenos (actividades de ampliación).

5. ¿Cómo se trabaja en el laboratorio?

- Confección de un listado de normas de trabajo en el laboratorio. Análisis de un texto que explica el comportamiento de un estudiante en el laboratorio.
- Información del material de uso más corriente en el laboratorio. Clasificación de dicho material.

6. Métodos de separación de mezclas

- Aprendizaje de distintos métodos de separación de mezclas:
 - Decantación: ¿cómo separar agua del aceite? Información y discusión sobre los métodos que se han usado para separar el petróleo vertido en el mar en distintos accidentes de petroleros.
 - Filtración: ¿cómo separar la harina del agua?
 - Evaporación: ¿cómo separar la sal del agua?
 - Otros métodos: destilación, cromatografía.

(Se puede plantear una organización del trabajo experimental en círculo, es decir, las experiencias se realizan simultáneamente y cada grupo de estudiantes resuelve el problema planteado correspondiente a un método distinto al de los otros grupos. Cuando finalizan el trabajo todos cambian de método. En función del tiempo, algunos métodos, como por ejemplo la destilación, pueden darse a conocer sin necesidad de que los estudiantes realicen todo el montaje. La puesta en común se hace comentando todos los métodos a la vez.)

- Potabilización del agua. Experimentación de procedimientos para obtener agua potable.
- Elaboración de un cuadro comparativo de los distintos procedimientos utilizados en la separación de mezclas.

7. El agua en la Naturaleza y en la ciudad

- Cuestionario para poner en evidencia el conocimiento que se tiene sobre el significado de los distintos adjetivos que acostumbran a acompañar a la palabra “agua”: potable, pura, depurada, dulce, contaminada...
- Información sobre la proporción de agua dulce del Planeta y sobre los principales contaminantes.
- A partir de un esquema del ciclo del agua con intervención del hombre, reconocer los cambios de estado, de lugar y de grado de pureza del agua.
- Propuesta de una campaña para mejorar la utilización del agua.
- Elaboración de un resumen de los aprendizajes realizados.

Actividades de evaluación

Evaluación inicial

Al inicio de las principales actividades se han planteado ejercicios para recoger las ideas y conocimientos previos del alumnado. Así, por ejemplo, la segunda actividad se ini-

cia planteando cuestiones para ver si el alumnado confunde disoluciones (caso del azúcar) y suspensiones (caso de la harina), o en la quinta, para reconocer su percepción de las diferencias entre los conceptos de masa, volumen y densidad. En otras actividades se proponen reflexiones similares, algunas de ellas relacionadas con las diferencias en el uso del lenguaje cotidiano y científico (por ejemplo, en el uso de adjetivos como “pura”, “dulce”, “potable”, etc.).

Evaluación en el transcurso del aprendizaje (formativa)

- Evaluación de la percepción que tienen los estudiantes sobre los objetivos del trabajo que se les propone.

En la primera actividad se propone que los estudiantes reconozcan la importancia del agua en la vida del hombre y que se planteen qué cosas podemos estudiar sobre ella y por qué. El profesor o profesora puede evaluar las ideas iniciales del alumnado sobre los contenidos que se van a trabajar y sobre otros que le gustaría aprender en relación al agua. Las propuestas de los estudiantes deberían ser tenidas en cuenta y, si es necesario, modificar algunas de las actividades previstas para dar respuesta a sus intereses.

- Evaluación de la capacidad para reconocer cuáles son las dificultades u obstáculos que encuentran en su aprendizaje.

En esta Unidad, en la cual es muy importante el aprendizaje de técnicas y métodos de trabajo experimental, será fundamental observar el trabajo de los estudiantes y proporcionarles cuadros de observación sistemáticos que les faciliten tanto su autoevaluación como la evaluación por parte del profesorado.

- Evaluación de la capacidad para sintetizar y estructurar los aprendizajes realizados.

Al final de cada conjunto de actividades se proponen ejercicios de síntesis en los cuales el alumnado debe completar esquemas y cuadros comparativos. La corrección la pueden realizar los mismos estudiantes a través de mecanismos de coevaluación.

Evaluación final (sumativa)

Se puede evaluar a partir de plantear un problema de separación de sustancias a los estudiantes, para que lo resuelvan experimentalmente y expliquen las razones de los métodos y técnicas utilizados (por ejemplo, separar azufre, sal y limaduras de hierro, u otras mezclas similares). También se puede plantear algún problema de depuración de las aguas residuales de una industria o de una población, cuya resolución afecte no sólo a aspectos técnicos, sino también a comportamientos de los individuos, instituciones y organismos públicos y privados.

Bibliografía y recursos

Bibliografía

- CANE, B., y SELLWOOD, J.
 - *Química elemental básica. 1. La sustancia y sus cambios*. Barcelona: Ed. Reverté, 1975.
 - *Química elemental básica. 2. Elementos y compuestos*. Barcelona: Ed. Reverté, 1978.
- DICKSON, T. R. *Química, enfoque ecológico*. Buenos Aires: Ed. Limusa, 1980.

- ❑ DRIVER, R., *et al.* *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Editorial Morata/M.E.C., 1991.
- ❑ GARCÍA QUISMONDO, J. *Experiencias de Química*. Madrid: Akal, 1990.
- ❑ HANN, J. *Ciencia en tus manos*. Barcelona: Plaza & Janés, 1991.
- ❑ LLORÉNS, J. A. *Comenzando a aprender química: ideas para el diseño curricular*. Madrid: Visor, 1991.
- ❑ MANS, C. *El agua: cultura y vida*. Barcelona: Salvat, Colección "Aula Abierta", 1981.
- ❑ MYERS, N. (coord.). *El atlas gaia de la gestión del planeta*. Madrid: Hermann Blume, 1987.
- ❑ NUFFIELD FOUND. *Química: Colección de experimentos*. Barcelona: Ed. Reverté, 1967.
- ❑ SEVILLA, A. *Actividades para explorar la contaminación*. La Coruña: Ed. Adara, 1975.
- ❑ STOCKER, H. S., y SEAGER, S. L. *Química ambiental: Contaminación del aire y del agua*. Barcelona: Ed. Blume, 1981.
- ❑ VESTER, F. *Agua = Vida*. Barcelona: Parthenon, 1992.

Videos

- ❑ Colección "Educativa" de TVE.
 - *Estados de la materia*.
- ❑ Publicaciones del M. E. C.
 - *Los problemas del medio ambiente (El problema del agua)*.

Visitas

En relación con los contenidos del tema, puede ser oportuno visitar una planta potabilizadora del agua y/o una planta depuradora.

Objetivos didácticos

- Ser consciente de la importancia de utilizar un sistema de referencia para describir un movimiento y el carácter relativo de todo movimiento.
- Ser capaz de describir un movimiento utilizando las variables: posición, desplazamiento, tiempo y velocidad.
- Ser capaz de diferenciar entre un movimiento rectilíneo uniforme y un movimiento variado.
- Saber realizar medidas de posición y de tiempo haciendo un uso apropiado de las cifras significativas de acuerdo con la sensibilidad de los instrumentos utilizados.
- Ser capaz de calcular la velocidad (media) de un móvil a partir de medidas directas de la distancia y del tiempo.

Unidad 4: *El movimiento y las fuerzas*

- Ser capaz de realizar cambios de unidades prácticas de tiempo y velocidad a unidades del Sistema Internacional.
- Ser capaz de representar un movimiento rectilíneo en un gráfico posición-tiempo.
- Ser capaz de interpretar gráficos posición-tiempo de móviles con movimientos rectilíneos variados.
- Comprender que cuando un objeto se deforma es que está actuando una fuerza sobre él.
- Saber medir una fuerza mediante un dinamómetro.
- Comprender el carácter direccional de las fuerzas.
- Darse cuenta de que existen fuerzas de contacto y fuerzas que se ejercen a distancia.
- Comprender que cuando los objetos empiezan a moverse, se paran o cambian de velocidad o de dirección, están actuando fuerzas sobre ellos.
- Comprender la necesidad de una fuerza dirigida hacia el centro en un movimiento circular, que es la causa del cambio de dirección constante del móvil.
- Comprender que cuando un objeto está en reposo o bien se mueve con velocidad constante sin cambio de dirección, no actúa ninguna fuerza, o bien existen fuerzas en equilibrio que actúan sobre él.

Contenidos

Conceptos

1. • La descripción del movimiento.
 - Medida de la posición de un móvil y del tiempo transcurrido respecto de un origen de espacio y de tiempo, respectivamente.
 - Carácter relativo del movimiento.
 - Diferencia entre posición y desplazamiento.
 - Unidades para la medida de la posición, el desplazamiento y el tiempo.
2. • Concepto de velocidad media.
 - Unidades de velocidad.
 - Concepto cualitativo de velocidad instantánea.
3. • Descripción cualitativa del movimiento rectilíneo con velocidad variable y del movimiento rectilíneo con velocidad constante (uniforme).
 - Descripción cualitativa del movimiento circular uniforme.
4. • Concepto de fuerza como causa de la deformación de un cuerpo.
 - Unidad de fuerza.

- Carácter direccional de las fuerzas.
 - Cuerpos en reposo y en equilibrio.
5. • Concepto de fuerza como causa de la variación del estado de movimiento de los cuerpos.
- Variación de la velocidad en un movimiento rectilíneo.
 - Variación de la dirección de la velocidad en un movimiento uniforme.
6. • Reposo y movimiento uniforme: situaciones en las cuales no actúan fuerzas o las fuerzas que actúan se anulan entre sí (se equilibran).

Procedimientos

- Determinación de la velocidad de un móvil a partir del desplazamiento y del tiempo transcurrido.
- Uso de la regla para medir desplazamientos, y del cronómetro para medir tiempos.
- Utilización correcta de las cifras significativas.
- Cambio de unidades de espacio, tiempo y velocidad (de km/h a m/s y viceversa).
- Registro de los datos de posición y tiempo de un móvil en tablas.
- Representación gráfica de los datos posición-tiempo de un movimiento rectilíneo en un gráfico.
- Interpretación de gráficos posición-tiempo de móviles con movimiento rectilíneo.
- Investigación sobre el tipo de movimiento de un móvil.
- Medida de la fuerza con un dinamómetro.
- Observación del carácter direccional de las fuerzas.
- Apreciación de fuerzas de contacto y de fuerzas a distancia.
- Análisis de un cuerpo sometido a varias fuerzas en equilibrio.
- Análisis cualitativo de la dirección y sentido de las fuerzas que actúan en móviles en los que cambia su velocidad o su dirección de movimiento.
- Análisis dinámico cualitativo de las fuerzas que pueden actuar en un cuerpo en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme.

Actitudes

- Hábito de realizar medidas con exactitud y precisión.
- Cuestionamiento de las concepciones sobre el movimiento y las fuerzas derivadas de la “física del sentido común”.

El **tiempo previsto** para esta cuarta Unidad es de 15-20 horas.

Actividades de aprendizaje

1. ¿Cómo comunicar la posición de un cuerpo?

Actividad encaminada a ver la necesidad de tomar un punto de referencia para poder dar la posición de un cuerpo. Puede utilizarse un eje graduado para determinar la posición en una recta, o una cuadrícula o sistema de coordenadas rectangulares para determinar la posición en un plano.

2. ¿Qué cuerpo es el que se mueve?

Planteamiento de situaciones en las que se justifique el movimiento de un cuerpo en relación a un sistema de referencia que se considera fijo (ejemplo, un tren respecto de una estación) y de situaciones en las que el movimiento de un cuerpo intenta ser descrito desde otro cuerpo en movimiento (por ejemplo, un tren en movimiento desde otro tren en movimiento, el Sol respecto de la Tierra, la Tierra respecto del Sol) para resaltar la idea relativa de todo movimiento.

3. ¿Cómo va de rápido un móvil?

- Actividades de apreciación del hecho de que para comparar la rapidez de unos corredores de fondo que han recorrido diferentes distancias necesitamos usar el concepto de “desplazamiento/tiempo”.
- Medida de la velocidad (media) de una bola que cae por una rampa. Experimentación guiada con el objetivo de aprender los procedimientos de medida del desplazamiento y del tiempo. Aplicación de la técnica de la repetición de las medidas y de obtención del valor medio.

4. ¿La velocidad de una bola que cae por una rampa es siempre la misma?

Investigación que plantea la necesidad de medir velocidades medias correspondientes a diferentes desplazamientos y, por tanto, escoger un origen de referencia, fijar posiciones finales o desplazamientos (variable independiente) y medir tiempos (variable dependiente).

5. Representación gráfica de un movimiento

Se trata de representar gráficamente, en un diagrama posición-tiempo, el movimiento de caída de la bola de la actividad anterior, y compararlo con el diagrama correspondiente al movimiento de una bola por un carril horizontal después de darle un impulso inicial.

Esta actividad pretende el aprendizaje de la representación gráfica de datos recogidos previamente en tablas, solventando problemas como el tamaño del gráfico, la elección de la escala para cada uno de los ejes, la representación de los puntos, la forma de representación de una línea que indique la relación entre las dos variables, etc.

Por otro lado, una vez representado el gráfico de cada movimiento, pretende servir para el aprendizaje de su significado o de la información que nos proporcionan.

6. Interpretación de gráficos de diferentes movimientos

- Interpretación de diferentes gráficos posición-tiempo correspondientes a diferentes movimientos: determinación de la posición del móvil en un tiempo determinado, determinación del tiempo transcurrido correspondiente a una posición determinada, determinación del desplazamiento entre dos tiempos, comparación cualitativa de la velocidad de dos móviles representados en el mismo gráfico, etc.
- Interpretación de gráficos velocidad-tiempo.

7. Medida de una fuerza de valor desconocido mediante un muelle y un conjunto de pesas

Una investigación sobre la forma en que puede medirse una fuerza utilizando un muelle y un conjunto de pesas o una cantidad grande de perdigones. La investigación puede hacerse menos abierta, proporcionando ayuda a los estudiantes sobre el procedimiento que pueden seguir.

8. Carácter direccional de las fuerzas

Suma gráfica de fuerzas aplicadas en un mismo cuerpo de dimensiones muy reducidas. Pueden utilizarse dinamómetros para la medida de las fuerzas.

9. Análisis de las fuerzas en puentes de diferente estructura

Una actividad de aplicación práctica del carácter vectorial de las fuerzas en estructuras en equilibrio, que permite diferenciar entre fuerzas de compresión, de tensión, de flexión, etc.

10. Interpretación dinámica de situaciones en las que se producen cambios en el estado de movimiento de los cuerpos

Se plantean, mediante cómics, situaciones reales en las que tiene lugar una variación en el estado de movimiento de un cuerpo, ya sea en el valor de su velocidad o en su dirección (balón de fútbol, pelota de tenis, coche a la salida de un semáforo, etc.) y se pide el análisis de los cambios mediante el concepto de fuerza como magnitud responsable de estos cambios.

La actividad pretende:

- Hacer aflorar la concepción previa errónea, existente en los estudiantes, de que los cuerpos, para moverse con movimiento uniforme, requieren que les sea aplicada una fuerza constante (lo cual sólo es cierto en presencia de fuerzas de rozamiento).
- Caracterizar la necesidad de una fuerza "centrípeta" para que la dirección de un movimiento varíe.
- Diferenciar entre la dirección de la velocidad de un cuerpo y la dirección de la fuerza que puede aplicársele en un momento dado.

Actividades de evaluación

Evaluación inicial

- Una serie de cuestiones conceptuales sobre el carácter relativo del movimiento y sobre el papel de las fuerzas en los cambios del movimiento, del tipo de las que se encuentran en la bibliografía sobre la investigación de las concepciones previas del alumnado.
- Cálculo de una velocidad media.
- Interpretación de algunos gráficos no necesariamente relacionados con el movimiento.
- Representación gráfica de una tabla de valores dada por el profesor.
- Suma de fuerzas aplicadas a un cuerpo en direcciones diferentes.

Estas actividades de evaluación inicial no deberían realizarse todas al inicio de la Unidad, sino que deberían situarse en el inicio de cada una de los subunidades en las que se estructuraría la Unidad. Una idea aproximada de la estructura de la Unidad puede obtenerse a partir de los conceptos secuenciados que se muestran en el apartado de contenidos.

Evaluación en el transcurso del aprendizaje (formativa)

- Planteamiento de actividades similares a las utilizadas como actividades de aprendizaje, pero planteadas en contextos diferentes. Por ejemplo, podrían utilizarse fotografías estroboscópicas para realizar el análisis de movimientos uniformes y variados.
- **Observación** pautaada (respecto de criterios) de la competencia en el uso de los instrumentos de medida (regla, cronómetro, dinamómetro) y en el uso de las cifras significativas adecuadas.
- **Observación** pautaada (respecto de criterios) de la competencia en los procedimientos de recogida de datos, representación gráfica e interpretación de gráficos.
- **Valoración de la capacidad de resolución de los problemas/investigaciones** planteados (comparación de la velocidad de móviles, medida de fuerzas, análisis de fuerzas en puentes, interpretación de los cambios de estado de movimiento de un cuerpo en función de las fuerzas que actúan sobre él, etc.).

Los criterios de evaluación de cualquiera de estas actividades de evaluación deberían ser explicitados al estudiante a la vez que se le implica en su propia autoevaluación o control de su propio aprendizaje.

Evaluación final (sumativa)

Actividades de síntesis de los conceptos de la Unidad (mapas conceptuales, resúmenes, etc.), actividades de evaluación de los procedimientos (medida, tratamiento de datos, interpretación de gráficos, diseño de experiencias, etc.) y actividades de aplicación del conocimiento de conceptos y procedimientos adquirido para la resolución de situaciones-problema teóricas y prácticas que pongan en evidencia el cambio realizado por los estudiantes.

Bibliografía y recursos

Bibliografía

- ❑ DRIVER, R.; GUESNE, E., y TIBERGHIE, A. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*, cap. 5. Madrid: M.E.C./Morata, 1989.
- ❑ GRUPO RECERCA-FARADAY.
 - *Física Faraday. Un enfoque conceptual, experimental e histórico*. Cap. 1: "La descripción del movimiento", y Cap. 3: "Los principios de la dinámica". Barcelona: Teide, 1988.
 - *Física Faraday. Guía del profesor*. Caps. 1 y 3. Barcelona: Teide, 1988.
- ❑ HIERREZUELO, J., y MONTERO, A. *La ciencia de los alumnos. Su utilización en didáctica de la Física y Química*: Caps. 2, 3 y 4. Barcelona/Madrid: Laia/M.E.C., 1988. Sevilla: Díada, 1992.
- ❑ NUFFIELD. *Ciencia combinada, Actividades 2*. Barcelona: Reverté, 1973.
- ❑ OSBORNE, R., y FREYBERG, P. *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de la ciencia de los alumnos*. Madrid: Narcea, 1991.
- ❑ PROJECTE GAIA. (*Ciències 12-16*), Crèdit 2: "Tot canvia". Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya (en fase de publicación por la editorial ECIR).
- ❑ S.A.T.I.S. n.º 501, "Puentes", en AA. VV. *La educación ciencia-tecnología-sociedad. Materiales para el aula*. Memoria de trabajo. I.C.E. de la Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, 1989. Traducción de la unidad n.º 501, *Bridges*, en S.A.T.I.S. (vol. 5), ASE (Association for Science Education), College Lane, Hatfield, Herts AL10 9AAA, Reino Unido.
- ❑ VESPI, A. *Medir es fácil. (Enciclopedia Monográfica Avance 3)*. Barcelona: Avance, 1964.

Objetivos didácticos

- Conocer e identificar los diferentes seres vivos de nuestro entorno.
- Comprender que todos los seres vivos realizan las mismas funciones vitales.
- Reconocer la gran importancia que tienen las plantas para el resto de los seres vivos.
- Diferenciar entre nutrición autótrofa y heterótrofa.
- Conocer la reproducción sexual y asexual de los seres vivos.
- Saber que los mohos y las levaduras son hongos.
- Identificar el geotropismo y el fototropismo de las plantas como la respuesta ante unas condiciones ambientales.
- Reconocer los múltiples vehículos de transmisión de bacterias y saber tomar las medidas adecuadas para evitar el contagio.
- Conocer que hay bacterias perjudiciales y bacterias beneficiosas e imprescindibles para la especie humana.

Unidad 5: Los seres vivos en acción

- Iniciarse en la realización de algún experimento controlando una variable (*¿Cómo afecta la temperatura al crecimiento de las plantas?*).
- Relacionar la fermentación con la fabricación del pan y del vino.
- Saber resolver problemas del tipo *¿Hay bacterias en el aire?* o *¿Puede crecer un moho sobre un alimento?*
- Reconocer la importancia de los diferentes seres vivos aunque algunos parezcan insignificantes e innecesarios.

Contenidos

Conceptos

1. La funcionalidad de los seres vivos:
 - Nutrición:
 - Autótrofa.
 - Heterótrofa.
 - Relación: influencia del entorno y respuesta de los seres vivos.
 - Tropismos.
 - Reproducción:
 - Asexual.
 - Sexual.
2. La fotosíntesis:
 - ¿En qué consiste?
 - Importancia para los seres vivos.
3. La nutrición de los hongos:
 - Mohos saprofitos, secreción de antibióticos.
 - Las levaduras, fermentación.
4. Las bacterias:
 - Reproducción y cultivo.
 - Vehículos de infección.
 - Bacterias perjudiciales y beneficiosas.

Procedimientos

- Realización y diseño de experimentos para comprobar cómo se nutren las plantas.
- Extracción de información de textos escritos, esquemas y gráficos.
- Comunicación de información mediante pósters, informes, gráficas.

- Emisión de hipótesis y diseño de experimentos para comprobar la nutrición de las plantas.
- Extracción de información de esquemas, textos, gráficas.
- Trabajo práctico siguiendo instrucciones.
- Realización de un cuadro a partir de los datos obtenidos experimentalmente.
- Observación de fenómenos en un trabajo práctico.
- Resolución de problemas del tipo: *¿Hay bacterias en el aire?*

Actitudes

- Adopción de hábitos de higiene para evitar el contagio bacteriano.
- Valoración de las bacterias como seres que pueden ser beneficiosos para la especie humana.
- Interés hacia el saber científico.
- Rigor en el trabajo de laboratorio, en la toma de datos y en la comunicación de resultados.
- Cuidado del material de laboratorio y del mantenimiento del mismo.

El **tiempo previsto** para esta quinta Unidad es de 15-20 horas.

Actividades de aprendizaje

1. ¿Dónde están?

- **Actividad introductoria** en la que se les plantea a los alumnos la pregunta *¿Con qué otros seres vivos compartís vuestra casa?*, encaminada a descubrir que en la vida cotidiana estamos rodeados de seres vivos, desde las plantas de adorno o los animales de compañía a los mohos que crecen en los alimentos, las bacterias que nos producen enfermedades y las que nos son útiles (como las del yogur) o las moscas, hormigas, ratas, arañas o cucarachas que ocasionalmente pueden ser visitantes de nuestras casas. Esta pregunta se discutirá en pequeño grupo y se elaborará un póster.
- **Debate** encaminado a determinar que estos seres vivos se encuentran compartiendo nuestra casa porque allí hallan alimento y protección. De aquí saldrán algunas de las funciones vitales y que todos los seres vivos las realizan. Se anunciará, como objetivo del tema, estudiar cómo funcionan los seres vivos.

2. ¿Comen todos los seres vivos?

- El primer grupo de actividades consistirá en **averiguar cómo se alimentan las plantas** (importancia del agua, de las sales del suelo y de la luz y del CO₂). Por grupos discutirán cuáles son las sustancias que necesitan tomar del exterior las plantas

y diseñarán experimentos para comprobarlo. El profesor controlará el trabajo de los grupos reorientando si es necesario el diseño experimental. Posteriormente cada grupo hará una puesta en común comunicando sus resultados. El profesor completará, si es necesario, los resultados obtenidos proponiendo experimentos complementarios a los de los alumnos.

- El segundo grupo de actividades se referirán a los animales. Se presentarán fotos de diferentes animales comiendo y los alumnos tendrán que explicar **qué comen y clasificarlos según la alimentación**. Posteriormente se les darán esquemas de diferentes tipos de denticiones de vertebrados (humana, perro, oveja, conejo, etc.) para que los relacionen con el tipo de dieta.
- El tercer grupo de actividades irá encaminado a averiguar **de qué se alimentan los mohos**. Se les planteará un trabajo experimental en el que se provoque el crecimiento de mohos en diferentes substratos.

La puesta en común de estas actividades llevará a establecer qué necesitan tomar del exterior los seres vivos para nutrirse. Se establecerán los dos tipos de nutrición: autótrofa y heterótrofa.

3. ¿Por qué aquí?

- A partir de situaciones problema, trabajando en grupo, se averiguará **cómo influyen las condiciones ambientales en los seres vivos**: *¿Por qué hay plantas que crecen mejor dentro de casa que fuera y viceversa?, ¿por qué los cactus crecen mejor sobre un suelo arenoso y otras plantas necesitan suelos más esponjosos?, ¿por qué los mosquitos nos pican en las noches calurosas del verano y no lo hacen en pleno invierno?, ¿por qué no hay moscas en nuestras casas en invierno?, ¿por qué es más fácil que se enmohezca un alimento fuera que dentro de la nevera?* Las respuestas dadas a estas preguntas establecerán la necesidad de mantener unas condiciones adecuadas para el desarrollo de los seres vivos. Estas condiciones son diferentes para cada especie de ser vivo, pudiéndose introducir aquí los diferentes biomas que hay en la biosfera a partir de una actividad que relacione seres vivos conocidos por los niños de esta edad con el lugar donde viven (oso polar con zonas de hielos, cactus con desiertos, etcétera).
- Otra actividad que se puede plantear es la **relación que existe entre diferentes especies de seres vivos** que se alimentan unos de otros para sacar el concepto de depredador, saprofito y parásito.
- Como **trabajo experimental** de las funciones de relación se puede comprobar el geotropismo positivo de las raíces haciendo crecer raíces en dientes de ajo y variando la posición de éste para ver que las raíces siempre crecen hacia abajo. También se puede comprobar el fototropismo positivo del tallo de una planta.

4. ¿Cuál es su origen?

- Preguntas iniciales del tipo *¿Cómo podríamos tener un geranio semejante al que tenemos en el balcón?, ¿qué tendríamos que hacer para que el canario que tenemos en la jaula tenga crías?* nos servirán para averiguar las concepciones del grupo-clase

sobre la reproducción de los seres vivos. En la puesta en común saldrán la reproducción sexual (canario) y asexual (geranio).

— Para comprobar experimentalmente la reproducción asexual se pueden realizar actividades diversas:

- La obtención de **esporas** a partir de un champiñón. Utilizando un champiñón maduro se recortará una cartulina del mismo diámetro que el sombrero haciendo un agujero para pasar el pie, que se sumergirá en agua. Al cabo de una hora sobre la cartulina aparecerán las esporas. Este trabajo se puede realizar individualmente en casa y traer los resultados a clase.
- En el laboratorio se pueden poner **esquejes** de diferentes plantas (tradescantia, cintas, geranio, etc.) en agua para ver cómo van creciendo las raíces y desarrollándose la nueva planta. En la ficha de observación se irán anotando los cambios que se produzcan y habrá una serie de preguntas encaminadas a que los alumnos entiendan que la planta hija es igual que la planta madre.
- Otra posible actividad es el desarrollar a partir de las **yemas** de un tubérculo (patata o boniato) las raíces, el tallo y las hojas. Esta misma actividad se puede hacer con un bulbo (ajo, cebolla).

— Para dar la idea de **reproducción sexual** tanto en animales como en vegetales se puede utilizar un **vídeo** sobre la polinización y/o un vídeo sobre reproducción sexual en animales (podría ser la reproducción humana). El trabajo posterior de los vídeos irá encaminado a hacer comprender la reproducción sexual como un hecho universal en todos los seres vivos pluricelulares. Se intentará hacer entender las ventajas que representa para los seres vivos este tipo de reproducción (variabilidad genética).

5. Las plantas: un reino imprescindible para la vida

— A través de estas actividades los alumnos han de entender la fotosíntesis y la importancia de esta función para todos los seres vivos. Imprescindibles para la nutrición de las plantas, según el diseño experimental realizado anteriormente (*¿Comen todos los seres vivos?*), son el agua, el abono (sales minerales), el dióxido de carbono y la luz. Una lectura y un esquema informarán sobre la fotosíntesis. Preguntas del tipo *¿Qué hacen las plantas con los alimentos que fabrica en la fotosíntesis y no consume?*, *¿quién se aprovecha de este trabajo de las plantas?* nos servirán para establecer que la fotosíntesis es imprescindible para la vida.

— Una **situación problema** del tipo de tener que diseñar una estación espacial y elegir a los seres vivos que compartan la vida de aquellos astronautas, servirá como actividad de aplicación para acabar de ver la necesidad de las plantas para el resto de seres vivos.

6. La explotación humana de un reino: los hongos

— La actividad inicial que se plantea es el trabajo en **pequeño grupo** para responder la cuestión: *¿Qué son los hongos y qué tipos de hongos conoces?*

— Una casualidad muy provechosa para la Humanidad. A través de una **lectura histórica** se explica el descubrimiento de la penicilina por A. Flemming.

- Se les puede plantear como **trabajo práctico la resolución de un problema**. *¿Podría crecer un moho sobre un alimento al igual que lo hizo sobre la placa de cultivos en el laboratorio de Flemming?* Trabajando en grupo, los alumnos han de elaborar la hipótesis y hacer el diseño experimental para hallar la solución. Los diferentes grupos pueden utilizar distintos substratos (pan, tomates, naranjas, embutidos, etc.). Para que crezcan los mohos han de tener la humedad y la temperatura adecuadas, por lo que habrán de hacer los experimentos en diferentes ambientes. Posteriormente se hará una puesta en común de la cual saldrá que la nutrición de los hongos es de tipo heterótrofo; es decir, necesitan tomar del exterior materia orgánica ya elaborada, al igual que los animales. Esto los diferencia de las plantas y ha originado la creación de un reino exclusivo para los hongos en su clasificación. Una **lectura informativa** sobre estos contenidos servirá para recalcarlos.
- Como **actividad de síntesis** se les hará realizar un cuadro comparativo mostrando las analogías y diferencias entre los diferentes tipos de nutrición.
- El pan y el vino: cuestión de levaduras. La actividad consistirá en promover a los alumnos la **fabricación de vino y/o pan, diseñando el experimento y realizándolo**. La construcción de una V heurística a este trabajo práctico nos ha de permitir sacar los conceptos principales: el pan y el vino se fabrican aprovechando la fermentación de los azúcares producida por las levaduras.

4. Las bacterias

- La actividad inicial para explorar las ideas de los alumnos puede consistir en un **torrente de ideas** para responder a la cuestión: *¿Qué son y qué hacen las bacterias?* Las respuestas de los alumnos nos permitirán captar la idea que tienen sobre las bacterias y su relación con los virus, las enfermedades, los microbios.
- Lavarse las manos antes de las comidas: una necesidad. Mediante un **trabajo práctico** consistente en la siembra de una placa de cultivos con un dedo limpio y un dedo sucio, se observará la aparición de colonias en la placa. Se pueden hacer también siembras con muestras de suelos, alimentos, dinero, etc., para ver que hay bacterias prácticamente en todas partes. Enlazando con esta actividad se propondrá a los alumnos que trabajando en pequeño grupo hagan un **listado** de todos los posibles vehículos de infección que conozcan, proponiéndoles que den soluciones para evitar el contagio.
- Como **actividad de aplicación** y con un grado de dificultad mayor se puede proponer a los alumnos la **resolución de un problema**: *¿Hay bacterias en el aire que respiramos?*
- **No todas son perjudiciales**. Para mostrar que no todas las bacterias son perjudiciales y nos causan enfermedades, sino que las hay muy beneficiosas para la especie humana, como las que viven simbióticas en nuestro intestino grueso, o las que fabrican el yogur, o las fijadoras de nitrógeno del suelo, se utilizará una lectura. Con los conceptos más representativos de la lectura se propondrá hacer a los alumnos un mapa conceptual.
- Como actividad de aplicación y con un grado de dificultad mayor se puede proponer a los alumnos la **resolución de un problema**: *¿Cómo podríamos fabricar yogur?*

Actividades de evaluación

Evaluación inicial

Al inicio de cada uno de los temas principales se han planteado actividades para conocer las ideas previas del alumnado (funcionalidad de los seres vivos, nutrición autótrofa, reproducción de los seres vivos, los hongos y las bacterias). Las actividades para conseguir este propósito han sido variadas:

- Debate como respuesta a la pregunta *¿Con qué otros seres vivos compartís vuestra casa?*
- Diseño y realización de diferentes experimentos dando respuesta a la pregunta *¿Cómo se alimentan las plantas?*
- Encuesta exploratoria sobre el conocimiento que tiene el alumnado sobre la reproducción de los seres vivos y sobre los hongos.
- Torrente de ideas para responder a la pregunta *¿Qué son y qué hacen las bacterias?* Con esta pregunta se pretende que afloren las ideas de que hay bacterias que son perjudiciales, pero también hay beneficiosas.

Evaluación en el transcurso del aprendizaje (formativa)

- En las actividades iniciales se ha de incluir la propuesta de que los estudiantes se expliquen entre ellos qué trabajos deben realizar, que expliciten los objetivos que se quieren conseguir. Es en estos momentos cuando se comunican los objetivos y es a través de éstos cuando se puede evaluar la primera percepción que tiene al alumnado sobre los mismos.
- Mediante una ficha de observación individual podemos obtener datos sobre las dificultades que pueden encontrar los alumnos ante determinadas actividades, así como acerca de su actitud respecto a la actividad.
- La revisión periódica del cuaderno de actividades del alumno nos puede dar información y servir como instrumento evaluador a lo largo del aprendizaje.
- La evaluación de algunos procedimientos y de las actitudes se realiza por medio de una ficha de observación individual, tomando notas mientras los alumnos realizan la actividad.
- Evaluación del trabajo práctico en relación con criterios establecidos.
- Observación pautada de la competencia en extraer información de textos escritos, esquemas y gráficos.
- Resolución de situaciones problema del tipo de tener que diseñar una estación espacial y elegir los seres vivos que compartan la vida con los astronautas, o de *¿Hay bacterias en el aire que respiramos?*
- Construcción de una V heurística después de realizar un trabajo experimental nos puede permitir saber si el alumno ha entendido la finalidad del trabajo, los conceptos que intervienen y el procedimiento que ha seguido.

Evaluación final (sumativa)

- Actividades de evaluación en las que se proponen ejercicios de aplicación en los cuales el alumno tiene que aplicar los conocimientos de conceptos y procedimientos adquiridos durante la Unidad.
- Actividades de evaluación de procedimientos (diseño de experiencias, realización de gráficos, interpretación de gráficos, etc.).
- Realización de actividades prácticas para evaluar el grado de progreso efectuado en la capacidad de investigar.
- Evaluación de procedimientos en los que se requiera laboratorio (utilización de aparatos, técnicas específicas de laboratorio, seguimiento de instrucciones para realizar un trabajo práctico).

Bibliografía y recursos

Bibliografía

- ▣ ALBALADEJO, C.; GIMENO, A.; GINER, A.; MORGUI, M.; NISTAL, M.; RUBIO, L., y UGEDO, L. *Nueva Enciclopedia Temática Planeta. Ciencias de la vida, I*. Barcelona: Planeta, 1989.
- ▣ BINNEY, R. *Las plantas. El mundo de la botánica*. Barcelona: Plaza & Janés, 1985.
- ▣ BISHOP, O.
 - *Aventuras con animales pequeños*. Barcelona: Labor, 1988.
 - *Aventuras con plantas pequeñas*. Barcelona: Labor, 1988.
- ▣ CALABRIA, M.
 - *Experimentos de Biología, II: vegetales*. Madrid: Akal, 1990.
 - *Experimentos de Biología, III: animales*. Madrid: Akal, 1990.
- ▣ CAÑAL DE LEÓN, P. *Investigando los seres vivos de la ciudad*. Barcelona: Teide, 1984.
- ▣ JANSON, M., y POPE, J. *Animales. El mundo de la zoología*. Barcelona: Plaza & Janés, 1985.
- ▣ LANZARA, P. *El mundo de las plantas*. Madrid: Espasa-Calpe, 1977.
- ▣ MOURIER, H.; WINDING, O., y SUNESEN, E. *Guía de los animales parásitos de nuestras casas*. Barcelona: Omega, 1979.
- ▣ NOVAK, J. D., y GOWIN, D. B. *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca, 1988.
- ▣ NUFFIELD BIOLOGÍA. *La vida y los procesos vitales (Guía del alumno)*. Barcelona: Omega, 1971.
- ▣ PARKER, S. *Esqueletos*. Madrid: Altea, Taurus, Alfaguara, Colección "Biblioteca Visual Altea", 1990.
- ▣ PRIME, C. T. *Actividades para jóvenes botánicos*. La Coruña: Adara, 1971.
- ▣ SUZUKI, D., y HEHNER, B.
 - *Exploremos los insectos*. Barcelona: Labor, 1989.
 - *Exploremos las plantas*. Barcelona: Labor, 1989.

- ▣ TOUYRE, P. *Guía para observar la Naturaleza*. Barcelona: Martínez Roca, 1986.
- ▣ WHALLEY, E. *De la oruga a la mariposa*. Madrid: Altea, Taurus, Alfaguara, Colección "Biblioteca Visual Altea", 1990.

Videos

- ▣ Colección "BBC"
 - *Reproducción sexual en los animales*
- ▣ Colección "El Ojo Científico"
 - *Microbios y enfermedades*
- ▣ Colección "Fundación Serveis de Cultura Popular"
 - *El proceso de polinización*
 - *Los hongos y el hombre*
 - *Hongos*

Visitas

En relación con los contenidos del tema se puede visitar una fábrica de yogur o de cerveza, una panadería, una industria farmacéutica donde fabriquen antibióticos o unas bodegas en donde se elabore vino o cava.

Objetivos didácticos

- Describir algunas propiedades características (físicas y químicas) de los minerales y rocas más representativos y ser capaz de aplicarlas para su identificación.
- Clasificar minerales y rocas en función de criterios químicos sencillos (mezcla, sustancia pura —compuesto—, sustancia pura —elemento—).
- Clasificar los principales tipos de rocas y minerales según su origen geológico: magmático, sedimentario o metamórfico.
- Conocer los mecanismos que han originado los tres grandes grupos de rocas.
- Identificar el tipo, textura y disposición de las rocas que se encuentran en el entorno próximo y conocer las grandes unidades litológicas de España.
- Reconocer que los criterios que se utilizan para clasificar materiales pueden variar en función del problema planteado.
- Leer e interpretar correctamente instrucciones para la realización de observaciones en el laboratorio y en el campo.
- Diseñar tablas para la recogida sistemática de las observaciones realizadas.
- Elaborar informes de observaciones, organizando los tipos distintos de datos con criterios coherentes.

Unidad 6: *¿Cómo reconocer rocas y minerales?*

- Identificar los minerales o rocas que son la materia prima utilizada en la fabricación de objetos cotidianos o en la construcción, etc., y reconocer que los usamos en función de sus propiedades.
- Valorar la necesidad de no derrochar las materias primas y de reciclar al máximo los materiales utilizados.

Contenidos

Conceptos

1. Conocimiento de propiedades características de los minerales:
 - Concepto de propiedad característica de una sustancia.
 - Propiedades ópticas y mecánicas de los minerales tales como color, brillo, raya, exfoliación, dureza, etc., y su reconocimiento.
 - Aplicación al reconocimiento de minerales de otras propiedades ya estudiadas: solubilidad y densidad.
 - Diferencias en la estructura cristalina de la materia mineral.
 - Propiedades químicas útiles para el reconocimiento de rocas y minerales: acción de ácidos, ensayos a la llama, identificación de cloruros...
2. Clasificación de minerales y rocas atendiendo a criterios químicos:
 - Profundización en la diferenciación entre mezclas homogéneas y heterogéneas y entre mezclas y sustancias puras.
 - Conocimiento de que un compuesto está formado por diferentes elementos, pero que sus propiedades son distintas de las de los elementos que lo forman (cosa que lo diferencia de una mezcla de elementos).
3. Clasificación de las rocas y minerales según su origen geológico:
 - Conocimiento de los tres grandes grupos de rocas de la corteza terrestre y los mecanismos que las originan: magmatismo, sedimentación y metamorfismo.
 - Rocas sedimentarias: estratificación y presencia de fósiles.
 - Reconocimiento de las principales rocas del entorno próximo.
4. Conocimiento de las principales aplicaciones de minerales y rocas:
 - Principales aplicaciones de algunos minerales y rocas y relación entre estas aplicaciones y sus propiedades.
 - Estudio del origen, composición, propiedades, transformaciones y aplicaciones de materiales cuya materia prima sea alguna roca o mineral (por ejemplo, los materiales de construcción, carbón, petróleo, metales...) y del impacto ambiental en el uso de tales materiales.

Procedimientos

- Técnicas:
 - Para reconocer propiedades de los materiales como la dureza, color de la raya, densidad...
 - Para obtener cristales.
 - Para la observación en el trabajo de campo.
 - Para recoger datos, como los cuadros de doble entrada.
- Uso de sistemas de comunicación de resultados como murales o *dossiers*.
- Manipulación de sustancias en condiciones de seguridad (por ejemplo, ácidos).
- Observación sistemática de diferentes materiales, comparándolos entre sí.
- Recogida de datos cualitativos y cuantitativos sobre las propiedades de los minerales.
- Clasificación de rocas y minerales utilizando diferentes criterios. Reconocimiento de la arbitrariedad de los criterios de clasificación.
- Diseño de procedimientos para reconocer minerales y para reconocer si un material es una sustancia pura o una mezcla.
- Elaboración y uso de claves muy sencillas para determinar minerales, así como de fichas descriptivas de las muestras que se observen.
- Localización de información sobre diferentes características de algunos materiales en libros de datos.

Actitudes

- Cumplimiento de las mínimas técnicas de seguridad en el trabajo de laboratorio.
- Gusto por respetar el material, por dejarlo limpio y no derrocharlo.
- Deseo de manipular minerales y rocas, de recogerlos para su investigación y observación, respetando el medio natural.
- Respeto al medio ambiente y reconocimiento de la importancia de reciclar los materiales que utilizamos.
- Tendencia a ser preciso en la toma de datos y en el uso del lenguaje.

El **tiempo previsto** para la Unidad 6 es de 15-20 horas.

Actividades de aprendizaje

1. ¿Cómo podemos reconocer qué tipo de minerales?

- Traer una colección de minerales y rocas a la clase. **Discusión** sobre cómo podemos saber qué es cada uno de los minerales que se observan, sobre si son iguales, parecidos, diferentes. Recogida de las opiniones.

- Si no aparece el criterio de propiedad característica (con ésta u otras palabras), introducirlo. **Discusión** en torno a lo que entendemos por propiedad, y especialmente por propiedad característica, y listar las propiedades que creen conocer.
- Decidir qué propiedades pueden ser útiles para reconocer minerales. Introducir las que no hayan sido reconocidas por el grupo-clase.

2. Conozcamos algunas propiedades de los minerales

Propiedades físicas

- Repartir la información sobre las distintas propiedades que se van a estudiar (color, dureza, color de la raya, brillo, solubilidad, densidad, etc.) y sobre las técnicas para reconocerlas entre los grupos de la clase. Cada grupo explica a los demás cuál es la propiedad que se va a estudiar y cómo observarla. (Los datos de algunas propiedades como la densidad y la solubilidad se recogerán sólo a nivel cualitativo.)
- Planteamiento de normas de trabajo de laboratorio y de uso de instrumentos.
- Diseño de instrumentos para la recogida de datos por grupos.
- Observación sistemática de las propiedades de cada mineral.

Cristalización

- Obtención de cristales a partir de soluciones.
- Observación de los resultados y comparación entre los diferentes tipos.

Propiedades químicas

- Repartir la información sobre el tipo y las características de las pruebas químicas (identificación de elementos utilizando el ensayo a la llama, identificación de carbonatos y de cloruros). Explicación sobre cómo llevar a cabo las diferentes pruebas.
- Planteamiento de normas de trabajo de laboratorio.
- Aplicación al reconocimiento de estas propiedades en algunos minerales.

3. ¡Ahora ya podemos reconocer minerales!

- Hacer un esquema o mapa conceptual de las propiedades que se han estudiado.
- Planificar las acciones que se deberían llevar a cabo para identificar minerales estudiados. Comparar las planificaciones hechas por cada componente del grupo y elaborar una común.
- Aplicación de la planificación a la identificación de algunos minerales-problema.
- Localización de información sobre diferentes características de algunos minerales en libros de datos.
- Elaboración de fichas descriptivas de los minerales estudiados (en grupo). Si se cree conveniente se puede animar al alumnado a confeccionar una colección propia.

4. ¿Qué diferencia hay entre minerales y rocas?

- Discutir por qué a unos materiales de la corteza terrestre les llamamos rocas y a otros minerales. Diferenciación entre materiales formados por una sola sustancia y mezclas.
- Clasificar minerales y rocas según sean homogéneos/heterogéneos y según sean mezclas o sustancias puras y discutir sobre los criterios utilizados y sobre las dificultades para aplicarlos.
- Discusión de las diferencias existentes cuando utilizamos la palabra “puro” desde el punto de vista químico y cuando la utilizamos en lenguaje cotidiano. Relación entre los colores que puede presentar un mineral y las impurezas que contiene.

5. ¿Cómo se han originado las rocas?

- Cuestionario para reconocer cuáles son las ideas de los alumnos sobre el origen de las rocas y sobre si todas se han formado de la misma manera. Discusión sobre los resultados obtenidos.
- Vídeo sobre los distintos tipos de rocas (o, en su defecto, explicación con ayuda de diapositivas o transparencias). Relacionar las nuevas informaciones con las ideas manifestadas por el alumnado.
- Experiencia para poner de manifiesto la estratificación.
- Elaboración de un resumen sobre el origen de las rocas y su clasificación en función de dicho origen.

6. ¿Qué rocas encontramos en el campo?

El alumnado deberá aplicar sus aprendizajes al reconocimiento del tipo y la disposición de rocas que pueda observar en su entorno próximo, en una salida al campo.

- Preparar la salida estableciendo contratos o pactos en relación a:
 - El trabajo a realizar.
 - La distribución del trabajo entre los miembros del grupo.
 - Las normas de trabajo y de comportamiento.
 - Otras actividades que se puedan planificar.

Es necesario que se explicita claramente cuál es el objetivo de la salida y cómo alcanzarlo.

Los distintos grupos de trabajo dispondrán de las informaciones necesarias para realizar sus observaciones (guías de campo, fichas descriptivas y/o claves de identificación), así como del material necesario (instrumentos para comprobar la dureza de las rocas, ácido diluido, mapas, etc.).

7. ¿Para qué se utilizan los distintos minerales y rocas?

- Trabajo en pequeños grupos (dos-tres estudiantes) para la recogida de información en relación a algún material cuya materia prima sean rocas o minerales: ori-

gen, composición, propiedades, transformaciones, aplicaciones, etc. Profundizar en el impacto de su fabricación y/o uso sobre el medio ambiente.

La información puede ser obtenida a partir de referencias escritas, pero también a partir de visitas o encuestas.

Si hay alguna industria local significativa en relación con este tema se puede visitar (fábricas de ladrillos, de cerámicas, de cemento, canteras, refinerías, etc.). También se puede visitar una obra en construcción y hacer un inventario de los materiales que se utilizan, etc.

— Organización de una exposición con las informaciones recogidas.

Actividades de evaluación

Evaluación inicial

Al inicio de algunas actividades se han planteado ejercicios para recoger las ideas y conocimientos previos del alumnado. Así, en la primera actividad se pretende recoger las opiniones en relación a cómo identificar minerales y a qué propiedades características reconocen. En la cuarta, sobre criterios para diferenciar entre rocas y minerales, y en la quinta se propone confeccionar un cuestionario en relación a las ideas de los alumnos sobre el origen de las rocas.

Evaluación en el transcurso del aprendizaje (formativa)

- Evaluación de la percepción que tienen los estudiantes sobre los objetivos del trabajo que se les propone.

En la segunda actividad se incluye la propuesta de que los estudiantes se expliquen entre ellos qué tareas deben realizar, cómo y por qué. También en la sexta actividad se propone la explicitación de los objetivos y métodos del trabajo para realizar en el campo a través de contratos o pactos. Son momentos en los cuales se comunican los objetivos y a través de los cuales se puede evaluar la primera percepción que tiene el alumnado sobre los mismos.

- Evaluación de la capacidad para reconocer cuáles son las dificultades u obstáculos que encuentran en su aprendizaje.

La observación sobre cómo los estudiantes aplican las diferentes técnicas para reconocer minerales y la corrección de los guiones de trabajo pueden darnos datos sobre dichas dificultades.

- Evaluación de la capacidad para sintetizar y estructurar los aprendizajes realizados.

En algunas actividades (tercera, quinta) se proponen ejercicios de síntesis en los cuales el alumnado debe confeccionar algún mapa conceptual o debe resumir las acciones que debe realizar para llevar a cabo una determinada tarea o las ideas aprendidas. La corrección la pueden realizar los mismos estudiantes a través de mecanismos de coevaluación.

Evaluación final (sumativa)

Se puede evaluar a partir de la capacidad que muestran los estudiantes para aplicar los aprendizajes en el reconocimiento de minerales-problema o de rocas en la salida.

El trabajo sobre el uso de las rocas puede ser otro instrumento que ponga de manifiesto los aprendizajes realizados. También se puede plantear una prueba escrita para conocer el grado de aprendizaje de los diferentes conceptos estudiados, aunque dados los contenidos del tema, se debe dar mayor importancia al aprendizaje de los procedimientos para resolver el problema del reconocimiento de minerales y rocas.

Bibliografía y recursos

Bibliografía

- ❑ ASIMOV, I. *La búsqueda de los elementos*. Barcelona: Plaza & Janés, 1983.
- ❑ CANE, B., y SELLWOOD, J. *Química elemental básica. 1. La sustancia y sus cambios*. Barcelona: Ed. Reverté, 1975.
- ❑ GARCÍA QUISMONDO, J. *Experiencias de Química*. Madrid: Akal, 1990.
- ❑ GOULD, J. S. *Planeta Tierra*. Madrid: Espasa-Calpe, Colección "Mundo Insólito", 1983.
- ❑ HARBEN, P. *La Tierra*. Barcelona: Jaimés Libros, Colección "El Mundo del Saber", 1980.
- ❑ JENNINGS, T. *El joven investigador: rocas y suelos*. Madrid: Ed. S. M., 1986.
- ❑ JIMÉNEZ, S.
 - *Minerales y fósiles*. Bilbao: Ed. Iberduero, 1989.
 - *Rocas y minerales. Guía de Campo*. Barcelona: Grijalbo.
- ❑ MYERS, N. (coord.). *El atlas Gaia de la gestión del planeta*. Madrid: Hermann Blume, 1987.
- ❑ SYMUS, R. F. *Rocas y minerales*. Madrid: Altea, Taurus, Alfaguara, Colección "Biblioteca Visual Altea", 1990.
- ❑ WOODWARD, C., y HARDING, R. *Las piedras preciosas*. Madrid: Akal, 1990.

Vídeos

- ❑ Colección "Educación" de la Enciclopedia Británica
 - Serie *Ciencias de la Tierra: Geología*.
 - *Explorando el planeta Tierra*.
 - *Rocas que se forman en la superficie de la Tierra*.
- ❑ Colección "Fundación Serveis de Cultura Popular"
 - *Geología*:
 - *La superficie de la Tierra*.
 - *Química en acción*:
 - *Aplicaciones industriales de la sal*.
 - *La piedra caliza*.
 - *El aluminio*.

■ Publicaciones del M. E. C.:

— *Los problemas del medio ambiente.*

Visitas

— Industrias de transformación de rocas: cemento, yeso, cal, cerámica, carbón; refinerías...

— Edificios en construcción, carreteras...

Programación: unidades didácticas para el segundo año

Objetivos didácticos

- Reflexionar sobre la utilidad de la energía.
- Conocer las fuentes de las que obtenemos energía y su localización en nuestro país.
- Apreciar que en la mayoría de los cambios se producen transferencias de energía.
- Diferenciar entre los diferentes tipos de energía partiendo de las denominaciones usuales.
- Adquirir los conceptos cualitativos de energía cinética y potencial y darse cuenta de que todo tipo de energía se reduce a estas dos clases de energía.
- Comprender que la energía se transfiere en forma de calor, de trabajo o de radiación.
- Reestructurar el concepto de calor que poseen los estudiantes, diferenciando la energía que tiene un cuerpo (energía interna) de la energía que se transfiere como consecuencia de una diferencia de temperatura (calor).
- Diferenciar entre energía y temperatura y comprender la independencia de la temperatura respecto del tamaño y de la naturaleza de los cuerpos.
- Ayudar a comprender el papel de las teorías científicas tomando como ejemplo la teoría del calórico y la teoría cinética del calor.
- Formarse una idea cualitativa de la capacidad calorífica de las sustancias.
- Asociar el concepto de potencia de un dispositivo a una medida de la velocidad a la que transfiere energía.
- Diferenciar la transferencia de energía por conducción, convección y radiación en sólidos, líquidos y gases y comprender los métodos para controlar esta transferencia, en particular el aislamiento térmico en contextos cotidianos y domésticos.
- Ser capaz de realizar investigaciones encaminadas a la indagación de las variables que afectan a un fenómeno térmico y a resolver problemas prácticos, como, por ejemplo, los relacionados con el aislamiento térmico.

Unidad 7: *La energía*

- Darse cuenta de que todo “gasto” de energía supone el esparcimiento de una parte de ésta en el medio ambiente en forma de calor (degradación de la energía), lo que implica que esta porción de energía sea inutilizable.
- Ser consciente de que los recursos energéticos fósiles son limitados y de que la producción de energía comporta problemas ambientales, lo cual aconseja adquirir hábitos de ahorro energético.

Contenidos

Conceptos

1. Utilidad de la energía:
 - Todos los seres vivos necesitan energía para vivir.
 - Necesitamos energía para la calentar nuestras casas en invierno.
 - Necesitamos energía para la iluminación.
 - Las máquinas y los motores necesitan energía para funcionar.
 - Los medios de transporte y de comunicación necesitan energía.
 - Los servicios en general (hospitales, escuelas, bibliotecas) necesitan energía.
2. Procedencia de la energía:
 - La energía del Sol.
 - La energía hidráulica.
 - La energía de los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural).
 - La energía nuclear.
 - Fuentes de energía alternativas: eólica, mareas, solar, biomasa, etc.
3. Tipos de energía según el tipo de fenómenos en los que se transfiere:
 - La energía mecánica.
 - La energía térmica.
 - La energía eléctrica.
 - Usos y ventajas de cada una de ellas.
4. Concepto de energía:
 - Concepto cualitativo de energía cinética.
 - Concepto cualitativo de energía potencial.
5. Formas de transferir energía:
 - Concepto cualitativo de calor.
 - Concepto cualitativo de trabajo.
 - Concepto cualitativo de radiación.

6. Calor y temperatura:
 - Naturaleza del calor.
 - Idea cualitativa de la capacidad calorífica de un cuerpo.
7. Energía en los cambios de estado y en las reacciones químicas:
 - Cambios de estado y reacciones químicas: procesos que absorben o producen calor.
8. Formas de propagación del calor: conducción, convección y radiación:
 - Aislamiento térmico.
9. Consumo de energía y ahorro energético.

Procedimientos

- Búsqueda y tratamiento de información referente a fuentes y a consumo de energía.
- Observación e interpretación de cambios en los que se transfiere energía.
- Medida de la temperatura mediante un termómetro.
- Experimentación que ponga en evidencia las diferentes formas de propagación del calor.
- Investigaciones sencillas sobre las variables que afectan a un fenómeno térmico e investigaciones encaminadas a la resolución de problemas de aislamiento térmico.
- Discusión y debate sobre el problema de los recursos energéticos y la necesidad de usar la energía de forma eficiente.
- Lectura comprensiva de textos que aborden el problema de la energía.

Actitudes

- Comprender que las teorías son marcos conceptuales explicativos de los fenómenos que responden a los conocimientos y técnicas de que se dispone en una época determinada.
- Ser capaz de abordar una investigación para resolver un problema práctico mediante la planificación y la realización de la experimentación en equipo.
- Comprender la necesidad de ahorrar energía y de usar los recursos energéticos de forma eficiente.

El **tiempo previsto** para esta séptima Unidad es de 20 horas.

Actividades de aprendizaje

1. ¿Qué tipos de energía utilizas?

Se trata de realizar un listado de las diferentes formas en que la energía llega a nuestras casas. La actividad puede ampliarse preguntando por los usos de la energía: en el hogar, en el transporte privado, en la escuela y en la ciudad.

Puede utilizarse también un cómic en el que aparezcan reflejadas múltiples actividades cotidianas y pedir a los estudiantes que especifiquen las actividades que requieren el uso de energía.

2. ¿De dónde proviene la energía?

- Se puede realizar una **encuesta exploratoria** acerca del conocimiento que tienen los estudiantes sobre el origen de las diferentes energías que se hayan comentado en la actividad anterior.
- A partir de un atlas, un libro de geografía o un libro de **datos** pueden investigarse las principales fuentes de energía de que dispone España, la energía que se consume y la energía que se debe importar. A continuación puede elaborarse un **diagrama** en forma de pastel para expresar la proporción de energía de cada tipo utilizada en España.

Asimismo, pueden **localizarse en un mapa** las centrales eléctricas (hidroeléctricas, térmicas, nucleares, solares, eólicas, etc.) que existan en la comunidad autónoma a la que se pertenece y luego hacer lo mismo para toda España. Puede también investigarse las zonas que disponen de gas natural (gaseoducto) y las que usan gas manufacturado o gas butano.

3. Observación de cambios donde se transfiere energía y uso del lenguaje sobre la energía

- Se trata de realizar una **rueda de experiencias en el laboratorio** en las que tenga lugar una transferencia de energía y preguntar a los alumnos por esta transferencia. Por ejemplo:
 - Máquinas simples y engranajes que transformen una fuerza en otra (polea, palanca, plano inclinado, tornillo, engranaje de bicicleta, etc.).
 - Circuito formado por una pila y un motor con un eje del que pende un peso.
 - Circuito formado por una pila y una bombilla.
 - Se añaden unos trozos de cinc a un tubo de ensayo que contiene ácido clorhídrico diluido y se mide la elevación de la temperatura con un termómetro.
 - Se calienta un vaso que contiene alcohol y se mide la elevación de temperatura con un termómetro.
 - Se disuelve nitrato de amonio en el agua contenida en un vaso, en el que hay un termómetro.
 - Se hace hervir agua y se observa que la temperatura no varía.
- También puede proporcionarse a los alumnos un **diagrama** donde se sugiere, mediante dibujos, una serie de transferencias de energía que se dan en un conjunto de fenómenos naturales y tecnológicos (radiación solar, vientos, aerogenerador, embalse, evaporación del agua, fotosíntesis, coche, central térmica, etc.) y pedirles que **especifiquen los cambios de energía** que tienen lugar.
- Utilización del **símil** del agua de un lago y del agua de lluvia para **diferenciar los usos de los términos energía y calor**.

Estas actividades permiten usar una serie de adjetivos para la energía: mecánica, luminosa, radiante, eólica, térmica, eléctrica, de cambio de estado, química, etc., que constituyen el punto de partida para distinguir progresivamente entre clasificaciones de la energía en función del fenómeno en el que es transferida y clasificaciones en función de la naturaleza de la energía: energía cinética y energía potencial.

La actividad en conjunto permite establecer la idea que la energía puede transferirse en forma de calor, de trabajo y de radiación. Debe informarse que la energía se mide en julios, sin abordar la definición de esta Unidad.

4. El calor y la temperatura

- Actividades para afianzar la idea de que todos los cuerpos que se encuentran en un mismo ambiente están a la misma temperatura (si se ha alcanzado el **equilibrio térmico**), independientemente de la naturaleza de esos cuerpos y de su tamaño.
- Interpretación de la sensación de frío que experimentamos cuando tocamos determinados cuerpos (metales, por ejemplo), como consecuencia de su facilidad de propagación del calor y no por el hecho de que se encuentren a menor temperatura que otros.
- Consideración de fenómenos y dispositivos cotidianos (termómetros, termostatos, juntas de dilatación de los puentes) que se expliquen o se fundamenten en la **dilatación térmica**.
- **Comprensión del funcionamiento de un termómetro de columna líquida** mediante una experiencia sencilla en la cual se usa un pequeño matraz de fondo redondo y un tubo de vidrio colocado a través del tapón del matraz. Se coloca agua coloreada con tinta en el interior hasta que llegue a alcanzar el tubo y se sumerge el matraz primero en un baño de agua fría y luego en otro de agua muy caliente.
- **Introducción de la escala Celsius de temperatura.**
- **Búsqueda de información de fenómenos que tengan lugar a temperaturas muy diferentes**, desde las proximidades del cero absoluto a millones de grados Celsius, con el objetivo de tener una idea aproximada de fenómenos asociados a diferentes temperaturas.
- **Investigaciones sobre los factores que influyen en la mayor o menor elevación de la temperatura de una sustancia.** Se espera que estas investigaciones conduzcan a las siguientes variables a título de hipótesis: cantidad de calor transferido, cantidad de sustancia y tipo de sustancia, las cuales han de ser contrastadas experimentalmente.
- **Formación del concepto cualitativo de capacidad calorífica de una sustancia.** El símil del nivel (temperatura) alcanzado por el agua (energía) en un depósito de determinada capacidad (capacidad calorífica) puede ser de gran utilidad.

5. ¿Qué es el calor?

- Experiencia en la que se ponen en contacto dos cuerpos que se encuentran a diferente temperatura.
- Experiencia de frotarse las manos y observar el aumento de temperatura.

- Exploración sobre las ideas de los estudiantes sobre la naturaleza del calor.
- Las ideas de la teoría del calor como fluido (calórico) y las ideas del conde Rumford sobre el calor asociado a la fricción pueden ser introducidas mediante una pequeña lectura, con el objetivo de reflexionar sobre el carácter de las teorías científicas y su evolución en el tiempo.

6. La propagación del calor

Se trata de un conjunto de cuestiones y experiencias que constituyen puntos de partida para abordar la diferenciación de las tres formas de propagación del calor: la conducción, la convección y la radiación.

- Experiencia de conducción térmica en metales (por ejemplo, mediante cucharas de diferentes materiales: plástico, acero, madera, etc.). Puede aprovecharse esta experiencia para pedir a los alumnos que se imaginen cómo se transmite el calor en un sólido, considerando que está formado por partículas que vibran.
- Experiencia que muestra la mala conducción del agua en un tubo de ensayo que contiene unos cristallitos de permanganato en el fondo y que se calienta por la parte superior.
- Experiencias de convección: observación de la convección del agua contenida en un vaso (que contiene también serrín) y que es calentado por la parte inferior, y observación de la convección del aire mediante una espiral de papel colocada sobre una estufa o una llama.
- Experiencias de radiación mediante una bombilla. Estudio de la reflexión de la radiación mediante un espejo cóncavo y de su absorción mediante ropa de diferentes colores.

Conviene aprovechar la última actividad para hacer referencia a los diferentes tipos de radiación que forman el espectro electromagnético (ondas de radio, microondas, infrarrojos, visible, ultravioleta, rayos X, etc.), destacando las radiaciones que producen aumento de temperatura en las sustancias (microondas e infrarrojos) y sus aplicaciones (estufas eléctricas, hornos eléctricos, hornos de microondas, etc.).

7. El problema del aislamiento térmico

Actividades que permitan aplicar las ideas sobre la propagación del calor con la finalidad de resolver problemas de aislamiento térmico. Por ejemplo:

- Investigar qué tejido “abriga más”, modelizando la situación de abrigo mediante el uso de latas con agua en su interior, que se envuelven con los diferentes tejidos.
- Investigar cuál de entre dos o tres tazas de diferente material (plástico, porcelana, vidrio) mantiene caliente más tiempo una bebida caliente (café, leche, etc.).

Estas investigaciones se plantean de forma abierta y los estudiantes han de diseñar un plan de trabajo y consultarlo con el profesor antes de realizarlo. Constituyen una excelente ocasión para evidenciar concepciones erróneas sobre el papel de los materiales de abrigo.

8. El consumo de energía y el ahorro energético

- Actividad introductoria en la cual se cuestiona el significado cotidiano de la frase “consumir” energía mediante la discusión de ejemplos. El concepto científico de energía es el de una magnitud que es transferida de un lugar a otro, pero que no desaparece, si bien cuando se dispersa en forma de calor es imposible volverla a utilizar para realizar trabajo.
- Anotar todos los dispositivos que consumen energía que se utilizan en la casa durante un día. Anotar también el tiempo durante el cual son utilizados.
Puede introducirse el concepto de potencia como una medida de la velocidad a la cual se transfiere la energía, y la unidad de potencia (1 watio = 1 julio /1 segundo). En tal caso, los estudiantes pueden anotar la potencia de los electrodomésticos que utilizan y calcular la energía que consumen, multiplicando la potencia por el tiempo.
- Se puede pedir a los estudiantes que pregunten a sus padres por el precio que pagan al mes por cada tipo de energía que utilizan. De esta forma pueden calcular el precio de la energía consumida en un día. Conviene notar que siempre es más económico quemar combustibles para calentarse o para cocinar que utilizar electricidad.
- Poner en común los diferentes hábitos de los estudiantes en relación al consumo de energía y discutir las normas de ahorro energético que difunden las Administraciones públicas y la razón de tales normas. Pueden apuntarse algunos de los problemas ambientales que supone la producción de energía y el problema del agotamiento de los combustibles fósiles.

Actividades de evaluación

Evaluación inicial

- Se puede realizar una encuesta exploratoria sobre el conocimiento que tienen los estudiantes sobre la utilidad de la energía y sobre el origen de las diferentes energías. También pueden utilizarse cuestiones del tipo de las usadas en las investigaciones sobre las concepciones alternativas de los estudiantes.
- Evaluar el conocimiento empírico de los estudiantes sobre los procesos en que se transfiere energía. Por ejemplo, preguntarles sobre los cambios que son esperables en las experiencias descritas en la actividad 3, previamente a su realización.
- Explorar el conocimiento que tienen los alumnos sobre la naturaleza de la energía, previamente a presentarles la teoría del calórico y la teoría cinética del calor.
- Indagar mediante preguntas el grado de concienciación de los estudiantes sobre la importancia del uso eficiente de la energía.

Evaluación en el transcurso del aprendizaje (formativa)

Hacer uso de instrumentos de evaluación formativa con la finalidad de obtener información sobre los cambios conceptuales, procedimentales y actitudinales que tie-

nen lugar en relación al tema de la energía y poder modificar, en consecuencia, la secuencia programada de actividades, atendiendo a la diversidad del alumnado. Observación y preguntas durante el trabajo en grupo, evaluación del trabajo práctico en relación a criterios establecidos para cada actividad, cuestiones conceptuales del tipo de las que se han utilizado en las investigaciones sobre las concepciones de los estudiantes en las que se pida justificar la respuesta, recogida de informes sobre las investigaciones realizadas, revisión del diario de clase y del laboratorio, etc.

Evaluación final (sumativa)

- Descripción de fenómenos haciendo uso del término energía.
- Aplicación de los conceptos básicos abordados durante la Unidad para explicar fenómenos o dispositivos tecnológicos de la vida cotidiana relacionados con la energía y el calor.
- Mapa conceptual que permita relacionar los conceptos básicos de energía, calor, trabajo, temperatura, formas de propagación del calor, etc.
- Interpretación de una serie de datos sobre las fuentes y el consumo de energía presentados en forma de tablas o gráficos.
- Planteamiento de alguna investigación práctica relacionada con los cambios de energía o el control de la propagación del calor.
- Lectura comprensiva de un texto sobre los usos o las fuentes de la energía.

Bibliografía y recursos

Bibliografía

- AA. VV. *La crisis de la energía*. Barcelona: Salvat, Colección "Temas Clave", n.º 1, 1983.
- CAAMAÑO, A.; OBACH, D.; PÉREZ-RENDON, E. *Física y Química, 2.º B. U. P.*, caps.10 y 11. Barcelona: Teide, 1992.
- CIENCIA A TRAVÉS DE EUROPA.
 - *El uso de la energía en casa*. A. S. E. (Association for Science Education), 1992.
 - *Energías renovables*. A. S. E. (Association for Science Education), 1992.
- BULLEJOS, J., *et al.*
 - *Ciencias de la Naturaleza, Educación Secundaria Ciclo 12-14, Primer curso*. (Unidad 4: "La energía"). Vélez-Málaga: Elzeveir, 1992.
 - *Ciencias de la Naturaleza. Educación Secundaria Ciclo 12-14. Primer curso. Comentarios*. (Unidad 4: "La energía"). Vélez-Málaga: Elzeveir, 1992.
- DRIVER, R.; GUESNE, E., y TIBERGHEN, A. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*, cap. 4. Madrid: M. E. C. / Morata, 1989.
- FÓRUM ATÓMICO ESPAÑOL. *Energía 91*. Madrid: Algor, 1991.
(Contiene datos sobre la energía en España, la Unión Europea y el mundo.)

- GARCÍA-QUISMONDO, J. *La energía en experimentos*. Madrid: Akal, Colección "El Mochuelo Pensativo", 1989.
- GRUP RECERCA-FARADAY
 - *Física Faraday*. Cap. 4: "La energía". Barcelona: Teide, 1988.
 - *Física Faraday. Guía del Profesor*. Cap. 4: "La energía". Barcelona: Teide, 1988.
- HIERREZUELO, J., y MONTERO, A. *La ciencia de los alumnos*: Caps. 5 y 6. Sevilla: Díada, 1992.
- M. E. C. "La construcción de presas. Una necesidad y una polémica", en *Ejemplificaciones de unidades didácticas para Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: M. E. C., 1989.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO. *Guía de la energía (Cómo ahorrar energía en casa y con el coche)*. Madrid: I. D. A. E. (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), 1993.
- PROECTE GAIA (*Ciències Experimentals 12-16*), *Crèdit 2: Tot canvia*. Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya (en fase de publicació per la editorial ECIR).
- S.A.T.I.S., Unidades n.º 109 ("Energía nuclear"), n.º 201 ("L'aprofitament energètic de la biomassa"), n.º 107 ("L'illa d'Ashton-un problema d'energies renovables"), n.º 908 ("Problemàtica de la construcció de preses"). A. S. E. Traducción efectuada por la Comisión de Ciencias del Colegio de Licenciados de Cataluña. Barcelona: I. C. E. de la U. P. C., vol. 1, 1980; vol. 2, 1991.
- STEWARD, K., et al. *La Física en sus aplicaciones*: Cap. 6: "Temas de energía". Madrid: Akal, 1992.
- VARELA, P., et al. *Iniciación a la física en el marco de la teoría constructivista*: Cap. 2: "Energía", Capítulo 4: "Energía térmica". Madrid: M. E. C./C. I. D. E., 1993.

Vídeos

- Colección "Educación" de la Enciclopedia Británica.
 - Serie *Ciencias Físico-Químicas*:
 - *Máquinas simples trabajando juntas.*
 - *Transferencia calor-energía.*
 - *La eterna búsqueda: fuerza y energía.*
 - *¿Qué es el calor?*
 - *Calor, temperatura y propiedades de la materia.*

Distribuido por Áncora Audiovisual, S. A.

Objetivos didácticos

- Saber diferenciar entre componentes bióticos y abióticos de un ecosistema.
- Conocer los componentes del ecosistema y las relaciones que se establecen entre ellos, explicando la competencia como una de las relaciones que se establecen entre los organismos.
- Conocer la organización funcional de los organismos del ecosistema.

Unidad 8: Los seres vivos y su entorno

- Valorar la importancia que tienen todos los seres vivos en la organización de un ecosistema.
- Conocer la necesidad de materia y energía de los seres vivos para realizar las funciones vitales.
- Reconocer el encinar como un bosque típico mediterráneo y que constituye un ecosistema.
- Resolver situaciones problema como ¿qué ocurriría en el ecosistema si alguno de los eslabones de la cadena trófica desapareciera?
- Utilizar diagramas, secuencias de dibujos y esquemas para describir procesos, como los de formación de un bosque, degradación...
- Ser crítico con las intervenciones humanas en el medio a partir de los datos obtenidos de diversas fuentes.
- Ser consciente de los cambios continuos a los que está sometido el paisaje.
- Conocer las causas de la degradación de un bosque o del medio en general.
- Cuidar el patrimonio natural.

Contenidos

Conceptos

1. Componentes vivos e inertes que se encuentran en un ecosistema:
 - Factores bióticos y abióticos.
 - Relación entre los factores bióticos y abióticos.
 - Comunidades, poblaciones y biotopos.
2. El ecosistema:
 - Relaciones intraespecíficas e interespecíficas.
3. La necesidad de materia y energía: cada individuo representa un papel:
 - Productores, consumidores y descomponedores.
 - Las cadenas y redes alimentarias.
4. El bosque como ecosistema: el encinar:
 - La formación de un bosque.
5. Degradación del medio natural:
 - Los seres humanos y el bosque.
 - La degradación del bosque.
 - Los incendios.
 - La lluvia ácida.

Procedimientos

- Búsqueda bibliográfica sobre temas de actualidad relacionados con la desertización, con los bosques quemados, lluvia ácida, etc.
- Diseño y realización de un experimento para conocer: *¿De qué se alimentan las plantas?, ¿cuáles son los factores bióticos y abióticos de un bosque?*
- Observación y comparación de los cambios que se han producido en un paisaje a través del tiempo.
- Relación de conceptos.
- Lectura e interpretación de gráficos y esquemas.
- Lectura e interpretación de textos.
- Investigación guiada sobre la lluvia ácida.
- Análisis de relaciones interespecíficas e intraespecíficas.
- Relación entre el número de individuos de una población y los factores ambientales.
- Recogida de datos sobre diferentes intervenciones humanas en el medio utilizando fuentes diversas.
- Elaboración y difusión en el aula, centro o localidad de las conclusiones obtenidas sobre el problema estudiado.

Actitudes

- Interés por el paisaje natural del entorno.
- Valoración de la interdependencia de cada componente de la biocenosis en el mantenimiento del equilibrio en el ecosistema.
- Sensibilización delante de los diferentes factores que pueden alterar el ecosistema.
- Análisis crítico de las diferentes intervenciones humanas en el medio a partir de una recogida de datos, de un *role playing*.

El **tiempo previsto** para esta octava Unidad es de 15-20 horas.

Actividades de aprendizaje

1. Componentes vivos e inertes que se encuentran en un ecosistema

- Como actividad introductoria se compararán dos dibujos de un paisaje, que servirán para buscar los cambios sufridos a lo largo del tiempo y para explorar los conocimientos iniciales sobre las causas de los cambios observados.
- También se puede realizar un mapa conceptual con unos ocho conceptos, para ver cómo los relacionan.
- Los componentes del ecosistema: pequeña lectura sobre las definiciones de biotopo, comunidad o biocenosis y poblaciones.

- A continuación se les darán dos dibujos que representen ecosistemas diferentes, un bosque y una laguna, y se les hará colorear los componentes del biotopo (factores abióticos).
- Seguidamente se les dirá que enumeren las diferentes poblaciones que se encuentran en ambos ecosistemas y que los comparen buscando las analogías y las diferencias.

2. Los factores abióticos condicionan las poblaciones

Con esta actividad vamos a ver la incidencia que tienen la temperatura y el agua en la distribución de las poblaciones.

- Mediante una serie de diagramas y gráficos se relacionan la temperatura y el agua con la vida de diferentes organismos:
 - Diagramas que muestran la distribución de determinadas especies en España.
 - Gráfico que muestra la relación entre la temperatura y la tasa de desarrollo de una determinada especie.
 - Gráfico de barras mostrando la resistencia a la sequedad de algunas de las plantas comunes en España, etc. Esta actividad va acompañada de un pequeño cuestionario para orientarles en la observación e interpretación de lo expuesto (Luis Alberto Rodríguez Manzaneque, 1993). La actividad se realizará en pequeño grupo y posteriormente se hará la puesta en común con el resto de la clase para sacar conclusiones de la relación que hay entre la temperatura y el agua con la distribución de las especies y con las adaptaciones que presentan los diferentes seres vivos.

3. El ecosistema

- Para la actividad introductoria se utilizarán diferentes recortes de periódicos sobre noticias referentes a la ecología, etiquetas de detergentes, etc., y en pequeños grupos responderán a la pregunta *¿Qué es la ecología?*
- Se les proporcionan diferentes definiciones dadas por diversos autores sobre qué es la ecología y en pequeño grupo discuten sobre las diferentes opciones y elaboran una definición formal de la ecología (Luis Alberto Rodríguez Manzaneque, 1993).
- A continuación los grupos de alumnos tendrán que comparar la definición formal hecha sobre la ecología con la hecha en la actividad introductoria.

4. La competencia

- Se les proporcionará una pequeña lectura sobre las relaciones intraespecíficas y las interespecíficas y se les hará elaborar un mapa conceptual sobre la misma.
- La siguiente actividad consistirá en el conocido *juego de las sillas y la música*, con algunas variaciones (Luis Alberto Rodríguez Manzaneque):
 - Empiezan 10 jugadores.
 - Cuando alguien consiga sentarse una vez en dos rondas podrá introducir en el juego a otro compañero, y así sucesivamente.

- Quien no consiga sentarse en tres rondas quedará eliminado y no podrá ser introducido por otro jugador.
- Se van anotando los jugadores que hay al finalizar cada ronda. Después de un número razonable de tandas se para el juego.
Se vuelve a hacer el juego, pero con menos sillas (tres) y con el mismo número de alumnos, y después con una silla, siguiendo la misma mecánica.

Explica razonadamente qué ocurre al disminuir el número de sillas.

En realidad lo que estamos haciendo con esta actividad es una simulación de dinámica de poblaciones en la que existe competencia por un recurso (la silla) que en la realidad puede ser cualquier cosa que el organismo necesite en su ciclo vital: alimento, pareja, etc.

Con el juego se va viendo que al empeorar las condiciones los jugadores se van eliminando, exactamente igual que ocurre con las poblaciones ante la escasez de alguna necesidad. Llegará un momento en que la población se estabilizará. La competencia es mucho más fuerte cuanto mayor sea el número de organismos que compiten, como se puede ver en la simulación en la que se disminuye el número de sillas.

- Al terminar el juego harán una **comunicación comentando**, con sus propias palabras, la competencia intraespecífica.
- La competencia interespecífica se estudiará mediante un **sencillo esquema** en el que aparezcan tres o cuatro animales con las relaciones alimentarias existentes entre ellos y con un pequeño cuestionario que haga incidencia sobre variaciones en el número de depredadores.

5. Todos los componentes son necesarios

- Se les pedirá a los alumnos **que trabajando en grupo diseñen un experimento** para contestar a la pregunta *¿De qué se alimentan las plantas?* Esta misma pregunta se hizo ya en el primer curso seguida de una serie de actividades. Aquí se intenta ver si aún tienen concepciones no correctas sobre esta cuestión, pues es la base para poder entender los diferentes niveles tróficos.
- **Pequeña lectura** sobre un ecosistema de una charca, explicando las cadenas alimentarias que se establecen entre los diferentes seres vivos que allí hay.
- La siguiente actividad consiste en la **construcción de dos cadenas alimentarias**, lo más completas posibles, a partir de unos datos sobre diferentes animales que viven en una charca y el tipo de dieta que tienen. Se les pide también que nombren los diferentes niveles tróficos.
- La tercera actividad es una **introducción teórica sobre los niveles tróficos**. Para saber el nivel trófico al que pertenece un ser vivo se ha de contar el número de transferencias de energía. Así, las plantas son del nivel 1, pues la capta directamente del Sol. Se presenta un ejemplo de cadena trófica para poder aplicar la teoría explicada y una serie de preguntas sobre cuáles son los productores, los herbívoros, los carnívoros, los consumidores, los descomponedores, etc. Esta introducción teórica ha de ser más o menos sencilla según el grupo-clase.
- A partir de los niveles tróficos se vuelve a la **segunda actividad**, la de las dietas y los diferentes animales, **para introducir la red trófica**, ya que se observa que en

muchos casos los animales se alimentan en más de un nivel trófico. E igualmente una determinada especie puede ser comida por diferentes depredadores.

- Como última actividad de este bloque se presentará una **situación problema** basada en una red trófica de un ecosistema en la que se presentarán diferentes situaciones de exceso o falta de un determinado nivel trófico o de una determinada especie.

Las dos últimas actividades de este bloque, las referentes a las redes tróficas, pueden ser optativas y se realizarán como ampliación para determinados grupos de alumnos.

6. El encinar, un ecosistema mediterráneo

Esta actividad pretende estudiar el encinar, un bosque típicamente español, como un ecosistema. Se puede trabajar en clase y/o acompañado de una salida al bosque. Es una actividad de aplicación o de síntesis en la que los alumnos han de aplicar lo estudiado anteriormente.

- Se introduce la actividad con una **lectura** sobre las plantas del encinar, los distintos estratos que se encuentran en el bosque y los tipos de plantas más característicos. Se pide a los alumnos que hagan una comparación entre las hojas de un pino y las de una encina, ya que el pino en algunos casos, al talar las encinas, es el árbol que las sustituye.
- A continuación hay un **cuestionario basado en la lectura o en la salida**, si se ha hecho, en el que se hace incidencia sobre lo más característico del encinar (características de las plantas que viven allí, los estratos que existen, espesura del bosque, etc.).
- La siguiente actividad es una **lectura** sobre los animales del encinar, basada sobre todo en las costumbres de los animales que viven allí (sedentarismo, costumbres crepusculares y nocturnas), condiciones que vienen dadas por el tipo de bosque, acompañada de un cuestionario.
- Se les presenta una **situación problema** basada en la red trófica del encinar. Esta actividad sólo la realizarán los alumnos que hayan hecho las dos últimas actividades del punto 5.
- Si se hace la salida es interesante que una de las actividades que se hagan sea la de diseñar y realizar un **experimento sobre los factores abióticos del bosque**. Como en todas las salidas al campo, se trabajará también la cuestión de **mapas y orientación**.

Si se quiere hacer una salida y no hay un encinar cercano, se puede sustituir por otro tipo de bosque (hayedo, robledal, pinar, etc.).

7. Los grandes cambios en el ecosistema

Esta actividad es para ver la **formación de un bosque**. Se utilizan unos esquemas en los que se muestra la sucesión ecológica. Los alumnos, debido a su edad, sólo explicarán lo que puedan deducir mediante su observación e interpretación. Este apartado puede ser de ampliación para determinados grupos.

8. Los hombres y el bosque

- En la primera actividad se presenta un dibujo en el que se muestran causas de la degradación del bosque (tala de árboles, erosión, quema de bosques, etc.). Por grupos se ha de **discutir el dibujo y realizar un debate**.

- La segunda actividad es una **búsqueda en periódicos y revistas**, por grupos, sobre los incendios forestales. Posteriormente se realizará un póster con los siguientes apartados: causas de los incendios, superficie de bosque quemada en tu autonomía, años en que ha habido más incendios, recuperación del bosque.
- En la tercera actividad se presenta una degradación de un encinar, en dibujos, según sea un suelo calcáreo o silíceo, e **individualmente han de hacer un informe** sobre el mismo. Esta actividad puede ser opcional para determinados grupos.
- **Mediante una investigación guiada resolverán el problema:** *La lluvia ácida, ¿afecta al crecimiento de las plantas?* En la investigación guiada se les darán unas pautas para que puedan realizarla (material necesario, necesidad de emisión de hipótesis, se les recordará la necesidad de controlar variables, etc.). Esta actividad se puede realizar parcialmente en casa (las partes que no requieren laboratorio) y sólo la realizarán los alumnos que se crea son capaces de resolverla como ampliación a lo tratado anteriormente.
- **Cómo última actividad se les hará construir un mapa conceptual** con diferentes conceptos que afectan a la degradación del bosque y sus consecuencias. También se pueden comunicar la información obtenida y las conclusiones mediante una exposición en el centro o en la clase.

Actividades de evaluación

Evaluación inicial

Al iniciarse cada uno de los temas principales se plantean actividades para **conocer las concepciones del alumnado sobre los diferentes temas que se van a tratar** (componentes del ecosistema, relaciones intraespecíficas e interespecíficas, productores, consumidores y descomponedores o la degradación del bosque). Estas actividades son variadas, dependiendo del tema:

- **Comparación de dos dibujos** para detectar los cambios producidos en el paisaje a lo largo del tiempo.
- Realización de un **mapa conceptual** dándoles los conceptos sobre los componentes del ecosistema.
- Utilización de recortes de periódicos u otras fuentes de información para contestar a la pregunta *¿Qué es la ecología?*
- **Diseñar un experimento** para responder a la pregunta *¿De qué se alimentan las plantas?*, para detectar si se conoce el papel de productores de las plantas.
- **Debate** para conocer qué saben los alumnos sobre las causas de la degradación del bosque.

Evaluación en el transcurso del aprendizaje (formativa)

- En las actividades introductorias se incluye la propuesta de **que los estudiantes se expliquen entre ellos qué trabajos deben realizar**, que expliciten los objetivos que se quieren conseguir. Es en estos momentos cuando se comunican los objetivos y es a través de éstos cuando se puede evaluar la primera percepción que tiene el alumnado sobre los mismos.

- Mediante una ficha de **observación individual** podemos obtener datos sobre las dificultades que se pueden encontrar los alumnos delante de determinadas actividades, así como de su actitud respecto a la actividad. Estas **fichas de observación** nos servirán tanto para detectar el trabajo en grupo como individual, el trabajo de clase y el del laboratorio.
- **Observación pautada** (respecto de criterios) de la competencia en los procedimientos de interpretación de gráficos, interpretación de diagramas (los factores abióticos condicionan las poblaciones), de recogida de datos (salida al encinar u otro tipo de bosque y recogida de datos sobre los factores abióticos).
- En algunas actividades se proponen **ejercicios de aplicación o de síntesis** en los cuales el alumno tiene que aplicar el concepto en otro contexto (situación problema para detectar cambios en un ecosistema y consecuencias que esto supone para el mismo, diseño para realizar un experimento sobre los factores abióticos del bosque, situación problema en la que se presenta una degradación de un encinar dependiendo del tipo de suelo) o realizar un mapa conceptual (conceptos que afecten a la degradación del bosque y sus consecuencias), o hacer una síntesis en las puestas en común (relación que existe entre la temperatura y el agua con la distribución de las especies y con las adaptaciones que presentan los diferentes seres vivos).
- La **libreta de clase**, en la cual queda reflejado el trabajo del alumno, nos da información sobre la adquisición de algunos de los objetivos propuestos.

Evaluación final (sumativa)

- **Actividades de síntesis** (mapas conceptuales, comunicaciones, resúmenes, elaboración de informes de un trabajo práctico).
- **Actividades de aplicación** (situaciones-problema en las que los alumnos tengan que aplicar los conocimientos de conceptos y procedimientos adquiridos durante la Unidad).
- **Actividades de evaluación de procedimientos** (diseño de experiencias, interpretación de gráficos, observación e interpretación de esquemas, realización de gráficos partiendo de unos datos dados).

Bibliografía y recursos

Bibliografía

- ALBALADEJO, C.; GINER, A.; MORGUI, M.; NISTAL, M., y RUBIO, M. L. *La Naturaleza en acción*. Barcelona: I. C. E., U. B. (en prensa), 1992.
- AMMANN, K. *La vida en las aguas dulces*. Barcelona: Teide, 1986.
- BENNETT, B., y HUMPHRIES, D. *Introducción a la ecología de campo*. Madrid: H. M. Blume, 1974.
- BURNIE, D. *El árbol*. Madrid: Altea, Taurus, Alfaguara, Colección "Biblioteca Visual Altea", 1989.
- CAÑAL DE LEÓN, P. *Investigando los seres vivos de la ciudad*. Barcelona: Teide, 1984.

- ❑ CHINERY, M. *Los amantes de la Naturaleza*. Barcelona: Editorial Blume, 1977.
- ❑ DANÉS, A.; ECHEBARRÍA, I.; SAURA, C.; CEBRIÁN, R.; LACUEVA, J., y MIRÓ N. *Nueva Enciclopedia Temática Planeta. Ciencias de la vida, II*. Barcelona: Planeta, 1989.
- ❑ DEL CARMEN, L. *Investigando en el bosque*. Barcelona: Teide, 1981.
- ❑ FERNÁNDEZ, J. L.; ÁLVAREZ, J. L.; CASALDERREY, M. L.; ESPAÑA, J. A.; LILLO, J., y VIEL, T. *La enseñanza por el entorno ambiental*. Proyecto PEAC. Madrid: M. E. C., 1981.
- ❑ JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. *Investigando a la orilla del mar*. Barcelona: Teide, 1986.
- ❑ LANZARA, P. *El mundo de las plantas*. Madrid: Espasa-Calpe, 1977.
- ❑ MARGALEF, R. *Ecología*. Barcelona: Omega, 1974.
- ❑ PARKER, S. *La orilla del mar*. Madrid: Altea, Taurus, Alfaguara, Colección "Biblioteca Visual Altea", 1991.
- ❑ PRIMEC, C. T. *Actividades para jóvenes botánicos*. La Coruña: Adara, 1971.
- ❑ UNESCO/OEI. *Guía didáctica. Educación y medio ambiente*. Madrid: Popular, 1989.

Videos

- ❑ Colección "*Fundación Serveis de Cultura Popular*"

— *Ecosistemas:*

- *Aproximación a un delta.*
- *Un átomo en el encinar.*
- *Ecosistema urbano.*

- ❑ Colección "*Educativa*" de TVE

— Serie *Fauna Ibérica:*

- *Los señores del bosque.*
- *Los prisioneros del bosque.*
- *Al borde de la extinción.*

— Serie *Fauna callejera*

— Serie *El Planeta Milagroso*

- *Los desastres de la deforestación.*

- ❑ Publicaciones del Ministerio de Obras Públicas

- *Los problemas del medio ambiente.*

Visitas

La salida para la observación de un ecosistema natural próximo, como puede ser un encinar u otro tipo de bosque, es recomendable como complemento de esta Unidad didáctica.

Unidad 9: *Adaptaciones de los seres vivos*

Objetivos didácticos

- Saber que el suelo es un ecosistema, reconocer sus diferentes componentes, tanto los abióticos como los bióticos, y conocer las acciones humanas que pueden modificarlo.
- Entender la importancia del ecosistema del suelo para el ciclo de la materia, relacionándolo con la necesidad de abonado de los campos de cultivo.
- Relacionar la forma de los seres vivos con el medio donde viven, reconociendo diferentes tipos de adaptación.
- Comprender el concepto de cambio heredable producido al azar y de selección natural, entendiendo la adaptación como consecuencia de ambos.
- Estudiar experimentalmente un ecosistema acuático reproducido en el laboratorio, estableciendo los factores a medir del biotopo e identificando los componentes de la biocenosis, estableciendo también las relaciones entre ellos.
- Valorar el impacto de la actividad humana sobre el medio ambiente.
- Conocer las partes del microscopio y su manejo.
- Aprender a hacer preparaciones para observarlas al microscopio.
- Diseñar y realizar experimentos.

Contenidos

Conceptos

1. El suelo:
 - Qué es.
 - Componentes: aire, agua, partículas minerales, materia orgánica.
 - Diferentes tipos de suelos.
 - Los seres vivos del suelo.
 - El suelo como ecosistema.
 - Los cultivos.
 - Destrucción del suelo por la acción humana.
2. La adaptación:
 - Variabilidad de los seres vivos.
 - Concepto de adaptación.
 - Adaptaciones al medio acuático.
 - Adaptaciones al medio terrestre.
 - Adaptaciones al medio aéreo.

3. Estudio de un ecosistema artificial: construcción de una pecera:

- Biotopo.
- Biocenosis.
- Manejo y uso del microscopio.

Procedimientos

- Observación de fenómenos (permeabilidad del suelo, crecimiento bacteriano en una placa de Petri) y organismos (invertebrados del suelo, sardinas...).
- Seguimiento de instrucciones para el trabajo práctico.
- Extracción de información de gráficos, esquemas y textos.
- Utilización de claves dicotómicas para clasificar organismos del suelo y de la charca.
- Diseño de un experimento para comprobar que el suelo contiene agua.
- Utilización de material de laboratorio e instrumentos de medida (termómetro, papel de pH...) y observación (lupa binocular, microscopio).
- Relación entre la forma de los seres vivos y el medio donde viven.
- Construcción de gráficas relacionando las variaciones de temperatura y de pH en relación al tiempo en un ecosistema construido en el laboratorio.
- Elaboración de informes escritos para comunicar los resultados del trabajo experimental.

Actitudes

- Consideración del impacto medioambiental de la acción humana.
- Valoración de la necesidad de evitar la erosión del suelo.
- Rigor en el trabajo del laboratorio, en la toma de datos y en la comunicación de resultados.
- Respeto hacia otros puntos de vista.
- Cuidado del material de laboratorio y del mantenimiento del mismo.

El **tiempo previsto** para la Unidad novena es de 15-20 horas.

Actividades de aprendizaje

1. El suelo, algo más que el soporte de las plantas

- La actividad introductoria consistirá en una pequeña lectura y un esquema sobre la nutrición de las plantas, tema ya tratado en otra Unidad. A partir de ellos se

planteará una discusión en pequeño grupo para contestar a las preguntas: *¿Qué es el suelo?, ¿cuáles son sus componentes?*

- Las respuestas de los alumnos nos llevarán a diseñar las siguientes actividades que serán **trabajos prácticos** encaminados a averiguar cuáles son los componentes del suelo. Se puede empezar por uno muy sencillo realizado por el profesor consistente en echar agua sobre dos muestras de suelo (pueden ser estas muestras substrato vegetal del que venden para plantas, uno arcilloso y otro arenoso, ya que son productos conocidos por los alumnos) y ver qué pasa. De ahí saldrá que el suelo tiene “huecos”, pero que éstos no pueden estar vacíos, sino llenos de aire, el cual es necesario para que respiren las plantas.
- Para demostrar que el suelo contiene agua se les pedirá que diseñen ellos el **experimento** (se les puede dar una pista: *Qué le pasa, por ejemplo, a una toalla mojada cuando se seca y qué condiciones son necesarias para que se seque*).
- Para ver las partículas minerales y la materia orgánica se les puede dar el diseño experimental y ellos seguir instrucciones, recoger datos e interpretar los resultados. Si este **trabajo experimental** se realiza con dos o más muestras de suelo diferentes, en la puesta en común se verá que, a pesar de tener todos los mismos componentes, la proporción es diferente, introduciéndose la existencia de diferentes tipos de suelos.
- Actividades como la **resolución de un cuestionario** o la **interpretación de esquemas** que representen los diferentes tipos de suelos y su relación con la cantidad de agua que retienen y con el mejor desarrollo de las plantas, enlazando con la realidad cotidiana, facilitarán el aprendizaje significativo y la aplicación de los nuevos conceptos (*Por qué en un suelo arenoso no viven bien las plantas, por qué si regamos mucho una planta se ahoga, por qué no se encharca el agua en la arena de la playa, etc.*).

2. Observando e investigando

- El planteamiento de una pregunta del tipo *¿Qué otros organismos, además de las plantas, viven en el suelo?* puede servir para hacer pensar a los alumnos qué animales viven sobre él (babosas, insectos, ciempiés, escorpiones...) y en él (lombrices de tierra, topos, insectos...), y a insistir en que las setas son hongos y no plantas. Los conocimientos de los grupos de alumnos sobre este tema quedarán reflejados en un **póster** que posteriormente será utilizado para establecer las relaciones entre ellos.
- El **trabajo experimental guiado** consiste en hacer salir a los pequeños animales que hay en una muestra de suelo superficial recogida, por ejemplo, en un bosque. Al exponerlos a la luz, nos permitirá su estudio y observación, pudiéndose clasificar e identificar utilizando claves dicotómicas. También se puede hacer un cultivo en una placa de Petri de una muestra de suelo para ver que en éste hay bacterias y mohos, organismos importantes en el ecosistema del suelo.

Con los resultados de estos trabajos prácticos se pedirá a los alumnos que completen sus pósters.

3. ¿Qué relación hay entre ellos?

- Trabajando de nuevo con los pósters se pedirá a los alumnos que **discutan y establezcan las relaciones** que hay entre los diferentes seres vivos que se encuentran en el suelo y entre éstos y el suelo.

- Las actividades posteriores, consistentes en **esquemas, cuestionarios y alguna lectura explicativa**, servirán para establecer que el suelo es un ecosistema, identificando en él los diferentes niveles tróficos. Se incidirá en la importancia de los descomponedores (mohos y bacterias) para remineralizar el suelo y se introducirá un ejemplo de ciclo biogeoquímico sencillo.
- Se puede enlazar con alguna actividad del tipo de **planteamiento de situaciones problema** encaminada a ver las diferencias que hay entre el suelo en el que hemos estudiado el ecosistema y el suelo de un campo de cultivo (*¿Por qué hay que abonar un campo de cultivo y no un bosque?, ¿por qué hay que arar y regar un campo de cultivo y no un bosque?*). La diferencia entre abonar con sales minerales o con estiércol, relacionándolo con el ciclo de la materia en el ecosistema del suelo, también puede ser tratado en este bloque de actividades.

4. La acción humana destruye el suelo

Uno de los principales problemas actuales con respecto al medio ambiente es la erosión del suelo debida a la acción humana, sobre todo a causa de la deforestación. Éste es un tema frecuentemente tratado en la prensa y que nos permite plantear una actividad basada en la búsqueda de este tipo de información.

Posteriormente se planteará un **debate** en clase que puede estar apoyado por material audiovisual (diapositivas o vídeo).

5. Cada forma en un sitio

- La actividad inicial, un **torrente de ideas** para responder la pregunta *¿Por qué no hemos encontrado animales con alas o en forma de pez entre la comunidad del suelo? o ¿Por qué los topos tienen unas manos con uñas tan desarrolladas y son ciegos?*, nos permitirá averiguar las concepciones del grupo-clase sobre la adaptación al medio.
- A través de **esquemas** de diferentes seres vivos (grandes y pequeños, acuáticos, terrestres y aéreos, esqueletos de mamíferos terrestres, aéreos y acuáticos, diferentes tipos de picos en aves, diferentes razas de perros, etc.) se establecerá la variabilidad existente entre los diferentes seres vivos y la relación de esta variabilidad con el medio en donde viven.
- Un **trabajo práctico** consistente en la **observación y comparación** de diferentes tipos de denticiones de mamíferos (perro, conejo, humana, etc.) o de dos hojas, la de una encina (o de un olivo) y la de un plátano de sombra (o cualquier otro árbol que crezca en un sitio húmedo que tenga hojas tiernas y grandes) nos permitirá establecer la relación entre la dentición y el tipo de alimentos que se ingieren, o el clima y la disponibilidad de agua del medio en donde viven ambos árboles.

6. La adaptación no es cosa de un individuo

- Una **lectura** sobre cómo se ha originado el cuello largo de las jirafas nos servirá para introducir el concepto de adaptación como cambio heredable producido al azar y seleccionado.

- El planteamiento de diferentes **situaciones problema** muy enlazadas con el entorno de los alumnos servirá para reforzar el concepto de cambio heredable (*Transmisión a los hijos del color del pelo natural o teñido, ¿una persona que haya perdido una pierna en un accidente tendrá hijos/as sin pierna?; un nadador si se pasase el día metido en la piscina y nadando, ¿conseguiría transformar sus brazos y piernas en aletas?*).
- Utilizando algunos de los esquemas usados para el estudio de la variabilidad en los seres vivos se puede hacer que los alumnos den una explicación a cómo se han originado.

7. Cada medio requiere formas diferentes para la misma función

- El estudio de la adaptación al medio acuático o terrestre comenzará por una actividad en la que se les pedirá a los alumnos que, **por grupos**, digan qué modificaciones introducirán en su cuerpo para poder vivir en el agua o poder volar.
- Recogiendo las **respuestas de los alumnos** se completarán cuáles son algunas de las adaptaciones que presentan los seres vivos a estos medios, tanto en la morfología como en la fisiología (se han de poner ejemplos de adaptación tanto de animales como de vegetales, siendo interesante el comentar que los huevos de las aves o la presencia de flores en las plantas es una adaptación al medio terrestre).
- Como **actividad práctica de aplicación** puede hacerse la observación directa de las adaptaciones que presenta al medio acuático una sardina.

La relación entre la forma de las aves y el diseño de los aviones o entre los peces y el de los submarinos puede servir para remarcar la relación entre forma y medio.

8. Reproduciendo un ecosistema en el laboratorio

- La actividad básica en este bloque de contenidos será la **construcción de una pecera** en el laboratorio a partir de material recogido directamente en una charca. Los alumnos tomarán diversos datos experimentales del biotopo (temperatura del agua, turbidez, pH...). Estos datos se irán recogiendo periódicamente, construyendo con ellos al final de la observación gráficas que relacionen la variación de la temperatura y del pH a lo largo del tiempo de observación.
- La **identificación** de los seres vivos de la biocenosis y el **establecer las relaciones** entre ellos será la segunda fase de esta actividad. En la observación de los seres vivos de la charca se pueden utilizar la lupa binocular y el microscopio, instrumento cuyo funcionamiento habrá que introducir si es la primera vez que se utiliza. Para la identificación de los organismos se utilizarán claves dicotómicas sencillas.
- Como conclusión, cada grupo de trabajo elaborará un **informe** en el que se recoja toda esta actividad práctica y los resultados obtenidos.

Actividades de evaluación

Evaluación inicial

Al inicio de cada uno de los bloques principales de contenidos conceptuales ("El suelo, algo más que el soporte de las plantas", "Relación entre los componentes del

suelo”, “La variabilidad de los seres vivos”) se han planteado actividades para conocer las ideas previas del alumnado. Estas actividades son variadas, dependiendo sobre todo del tema a tratar:

- **Discusión en pequeño grupo** para responder a las preguntas *¿Qué es el suelo?, ¿cuáles son sus componentes?*
- Realización de un **póster** respondiendo a la pregunta *¿Qué otros organismos, además de las plantas, viven en el suelo?*
- Utilizando el póster y los seres vivos dibujados por los alumnos anteriormente, **establecer relaciones** entre ellos y entre ellos y el suelo.
- **Torrente de ideas** para responder a la pregunta *¿Por qué no hemos encontrado animales con alas o en forma de pez entre la comunidad del suelo?*

Evaluación en el transcurso del aprendizaje (formativa)

- La **revisión periódica del cuaderno de actividades del alumno** nos puede dar información y servir como instrumento evaluador a lo largo del aprendizaje.
- La **evaluación de algunos procedimientos y las actitudes** se realiza por medio de una **ficha de observación** tomando notas mientras los alumnos realizan la actividad.
- Las **observaciones directas** realizadas durante el trabajo en grupo y los resultados de las mismas (pósters, informes, etc.) nos servirán para evaluar éste.
- **Observación pautada** respecto a unos criterios establecidos sobre la competencia en el uso de instrumentos (lupa binocular, microscopio).
- **Observación pautada** respecto a unos criterios establecidos sobre el seguimiento de instrucciones para la realización de un trabajo práctico (composición mineral y orgánica del suelo, cultivo en placa de Petri de organismos del suelo).
- En algunas actividades se proponen **ejercicios de aplicación** (situaciones-problema acerca de: *¿Por qué en un suelo arenoso no viven bien las plantas?, ¿una persona que haya tenido un accidente y haya perdido una pierna tendría hijos/as sin pierna?*) o hacer una síntesis de un trabajo práctico (informe de la construcción de una pecera, toma de datos y realización de gráficos de los datos del biotopo de la pecera).

Evaluación final (sumativa)

- Actividades de evaluación en las que se proponen **ejercicios de aplicación** en los cuales el alumno tiene que aplicar los conocimientos de conceptos y procedimientos adquiridos durante la Unidad. Con las actividades de aplicación sabemos si realmente el alumno ha realizado el cambio conceptual. Las actividades más adecuadas para este propósito son las **situaciones problema**, la realización de **investigaciones**, los **problemas**...
- Actividades de **evaluación de procedimientos** (diseño de experiencias, realización de experiencias en el laboratorio, etc.).

Bibliografía y recursos

Bibliografía

- AMMAN, K. *La vida en las aguas dulces*. Barcelona: Teide, 1983.
- BRITISH MUSEUM (NATURAL HISTORY). *La Naturaleza trabaja. Introducción a la Ecología*. Madrid: Akal, 1992.
- DANÉS, A.; ECHEBARRÍA, I.; SAURA, C.; CEBRIÁN, R.; LACUEVA, J., y MIRÓ, N. *Nueva Enciclopedia Temática Planeta. Ciencias de la Vida, II*. Barcelona: Planeta, 1989.
- DEL CARMEN, L. *Investigando el suelo*. Barcelona: Teide, 1984.
- ESPAÑA, J.; CONDE, J.; FAUS, A.; GIL, M.; MARCOS, D., y SAQUERO. *Actividades prácticas de Ciencias Naturales (I)*. Madrid: Dossat, 1980.
- FERNÁNDEZ, M. L.; ÁLVAREZ, J.; CASALDERREY, M. L.; ESPAÑA, J. A.; LILLO, J., y VIEL. *La enseñanza por el entorno ambiental. Proyecto PEAC*. Madrid: M. E. C., 1981.
- NEVIANI, I. *El suelo*. Barcelona: Avance, 1969.
- NUFFIELD BIOLOGÍA.
 - *Los seres vivos en acción. (Guía del alumno)*. Barcelona: Omega, 1971.
 - *La perpetuación de la vida. (Guía del alumno)*. Barcelona: Omega, 1971.
- POLLOCK, S.; CLARKE, A., y WELLS, P. *Las cadenas naturales*. Madrid: Akal, 1982.

Videos

- Colección "Educativa" de TVE
 - Serie *El Planeta Milagroso*:
 - *Los desastres de la deforestación*.
 - Serie *Fauna Ibérica*:
 - *El río viviente*.

Visitas

- Salidas al campo para recoger muestras del suelo de un bosque y agua de una charca para su posterior estudio en el laboratorio.
- Visita al zoo para ver diferentes adaptaciones en animales.
- Itinerario por un bosque (encinar) para ver la estratificación y las adaptaciones que presentan las plantas de los diferentes estratos.

Unidad 10: **Objetivos didácticos**

Luz y visión

- Diferenciar entre objetos luminosos y no luminosos.

- Comprender algunos aspectos de la naturaleza de la luz: forma de transferencia de energía que puede propagarse incluso en el vacío, forma de radiación (electromagnética) detectable por el ojo humano.
- Disponer de evidencia experimental sobre la propagación rectilínea de la luz y sobre la velocidad muy grande, pero finita, de la luz.
- Establecer el concepto de rayo luminoso como una forma de modelización de la propagación rectilínea de la luz.
- Ser capaz de explicar las sombras y los eclipses mediante la utilización del modelo de rayo luminoso.
- Saber explicar la imagen que se forma en una cámara oscura.
- Comprender que la visión de objetos no luminosos es consecuencia de la reflexión de la luz que se produce en ellos y que alcanza nuestros ojos.
- Ser capaz de predecir los cambios de dirección de la luz cuando llega a la superficie de separación entre dos medios: reflexión y refracción.
- Comprender que la refracción es consecuencia de la diferente velocidad de la luz en diferentes medios.
- Diferenciar entre reflexión difusa y reflexión especular.
- Saber explicar las imágenes que forman los espejos.
- Comprender la diferencia entre una imagen real y una imagen virtual.
- Conocer las aplicaciones de los espejos curvos.
- Comprender de forma cualitativa el fenómeno de la reflexión total y su aplicación en las fibras ópticas.
- Comprender que el fenómeno de la dispersión cromática de la luz blanca es consecuencia de la diferente velocidad de propagación de los distintos colores que componen la luz blanca.
- Comprender que la luz blanca está formada por tres colores primarios, que cualquier luz coloreada es consecuencia de una mezcla de estos colores primarios, y que el color de los objetos depende de los colores de la luz que reflejan y de la luz con que se iluminan.
- Saber clasificar las lentes de acuerdo con diferentes criterios: por la curvatura de las caras, por el tipo de imágenes que producen y por la modificación de los rayos de luz a su través (convergentes y divergentes).
- Saber predecir el tipo de imágenes que forman las lentes, mediante construcciones gráficas de la marcha de rayos a su través.
- Conocer el funcionamiento óptico del ojo humano, los defectos visuales más comunes y su corrección mediante lentes.
- Ser capaz de explicar cómo funcionan algunos instrumentos ópticos como, por ejemplo, la cámara fotográfica, el proyector de diapositivas, el microscopio, el telescopio y la fibra óptica.

Contenidos

Conceptos

- Objetos que emiten luz y objetos que reflejan la luz.
 - Reflexión, transmisión y absorción de la luz por los cuerpos: cuerpos transparentes, opacos y traslúcidos.
- Naturaleza de la luz.
 - La luz transfiere energía.
 - La luz es una forma de radiación.
 - La luz es detectada por el ojo humano.
- La luz se propaga en línea recta.
 - Haces y rayos de luz.
 - Sombra y penumbra. Fuentes luminosas puntuales y extensas.
 - Eclipse de Sol.
- Reflexión de la luz.
 - Formación de la imagen en un espejo plano.
 - Elementos de un espejo cóncavo y de un espejo convexo.
 - Imágenes formadas por espejos cóncavos.
 - Utilidad de los espejos cóncavos: espejos de los faros de los coches, espejos de los telescopios reflectores, antenas parabólicas, etc.
 - Imágenes formadas por espejos convexos.
 - Utilidad de los espejos convexos: espejos retrovisores.
- Refracción de la luz.
 - Idea cualitativa de índice de refracción de un material.
 - Índice de refracción y velocidad de la luz.
 - Marcha de un rayo a través de un prisma.
 - Reflexión interna total y ángulo límite.
 - Utilización del fenómeno de la reflexión total en prismas rectos (periscopios y prismáticos) y en las fibras ópticas.
- Dispersión cromática de la luz a través de un prisma.
 - Colores primarios y secundarios.
 - El color de los objetos.
- Lentes.
 - Elementos de las lentes.
 - Potencia de una lente.
 - Imágenes formadas por lentes convergentes.
 - Imágenes formadas por lentes divergentes.

8. • La cámara fotográfica y el ojo humano.
- Defectos visuales y corrección mediante lentes.

Procedimientos

- Modelización de la forma de propagación de la luz mediante el concepto de rayo luminoso.
- Clasificación de los objetos de acuerdo con su interacción con la luz (opacos, traslúcidos, transparentes).
- Observación e interpretación de fenómenos de formación de sombras, reflexión difusa y especular y refracción de la luz.
- Interpretación de una serie de fenómenos ópticos naturales (distorsión de un objeto sumergido en el agua, espejismos, dispersión de la luz, etc.).
- Experimentación con espejos, lentes, secciones de lentes, prismas, mezclas de luz de diferentes colores, etc.
- Clasificación de espejos y de lentes en función de diferentes criterios.
- Investigación de las variables que afectan a las características de las imágenes (tamaño, posición, carácter real o virtual, etc.) producidas por espejos y lentes.
- Predicción de las imágenes producidas por espejos y lentes mediante la construcción gráfica de marcha de rayos.
- Interpretación del funcionamiento del ojo humano.
- Interpretación del fundamento de algunos instrumentos ópticos: cámara fotográfica, lentes correctoras de los defectos visuales, proyector de diapositivas, microscopio, telescopio, fibra óptica, etc.
- Construcción de dispositivos ópticos sencillos como una cámara oscura, un periscopio, etc.

Actitudes

- Curiosidad por observar e interpretar fenómenos ópticos naturales.
- Satisfacción por comprender el funcionamiento básico de una serie de instrumentos ópticos de la vida cotidiana que nos permiten extender o corregir nuestra percepción visual.
- Confianza en la capacidad de investigación y de comunicación de resultados.

El **tiempo previsto** para la décima Unidad es de 15-20 horas.

Actividades de aprendizaje

1. Investigación de la imagen obtenida mediante una cámara oscura

- Construir una cámara oscura mediante cartulina negra, tijeras, cinta adhesiva y papel traslúcido. La cámara puede modificarse mediante la construcción de una caja

interior que pueda desplazarse, cuya cara delantera constituya la pantalla traslúcida donde se recoja la imagen.

- Investigar mediante la cámara oscura las características de la imagen, variando el tamaño del orificio y la distancia de la pantalla al orificio. Observar la mayor nitidez de la imagen colocando una lente convergente delante del orificio.

2. Aplicaciones de los espejos

Hacer un listado de todas las aplicaciones que tienen los espejos planos y curvos.

3. Investigación e interpretación de la imagen dada por un espejo plano

- Comprobar que la imagen de un espejo plano está detrás del espejo a una distancia igual a la que está el objeto del espejo. Puede utilizarse un lápiz como objeto y otro lápiz idéntico para localizar la imagen.
- Dibujar la marcha de dos rayos provenientes de un objeto, que inciden con diferente inclinación en un espejo plano, y explicar la visión que nuestro cerebro tiene del lugar de procedencia de los rayos reflejados.

4. Construcción de un periscopio

- Construir un periscopio mediante dos espejos planos y un tubo de cartón.

5. Interpretación de las imágenes producidas por espejos curvos

- Observación de la imagen que proporcionan los espejos curvos (cóncavos y convexos). Puede utilizarse la superficie externa e interna de una cuchara metálica como espejo.
- Construcción gráfica de la marcha de dos rayos escogidos provenientes de un objeto después de reflejarse en el espejo.
- Descripción de las imágenes obtenidas.

6. Observación e interpretación de fenómenos de refracción

- Observación de la imagen de un lápiz sumergido en agua e interpretación de la imagen.
- Observación e interpretación del cambio de dirección de un rayo cuando pasa de un medio a otro de diferente índice de refracción (aire-agua, aire-lámina de vidrio de caras paralelas-aire, aire-prisma de vidrio-aire).
- Explicación del fenómeno de no visión de un pez que se mueve muy próximo a la superficie del agua como consecuencia del fenómeno de la reflexión total.
- Explicación de los espejismos como consecuencia de la reflexión total en las capas de aire más calientes en contacto con el suelo.

7. Descomposición de la luz blanca mediante un prisma

- Observación e interpretación de la dispersión cromática de la luz a través de un prisma y obtención de nuevo de la luz blanca mediante otro prisma.

8. Experimentos de mezcla de colores

- Mediante tres fuentes de luz (caja, bombilla y lente convergente) y filtros de colores, investigar los colores obtenidos mezclando sobre una pantalla o pared blanca la luz proveniente de cada fuente.

9. Clasificando lentes

- Clasificar un conjunto de lentes convergentes y divergentes de diferente potencia, atendiendo a la forma de las lentes y a las imágenes que se obtienen mirando a su través objetos próximos y lejanos. Debe proporcionarse una pantalla traslúcida para intentar recoger la imagen y, de esta forma, comprobar si se trata de imágenes reales o virtuales. Recoger los resultados en forma de un cuadro de doble entrada.

10. Investigando con lentes

- Usar una bombilla y una lente convergente, una cartulina como pantalla y si es preciso una pared blanca. Investigar la distancia que debe existir entre la bombilla y la lente para que ésta proporcione una imagen más pequeña del filamento, y la que se precisa para que aparezca una imagen mayor.

11. Observando la marcha de rayos paralelos a través de secciones de lentes

- Observar y anotar la marcha de tres rayos paralelos a través de diferentes secciones de lentes convergentes y divergentes. Los tres rayos paralelos pueden obtenerse mediante una fuente de luz (bombilla en una caja negra y lente convergente), una lámina con tres rendijas y una cartulina blanca.

12. Predicción de las imágenes de las lentes mediante construcciones gráficas

- Dibujar la marcha de dos rayos provenientes de un objeto luminoso o que refleje luz, a través de lentes convergentes y divergentes. Variar la distancia objeto-lente.
- Descripción de las características de las imágenes obtenidas.

13. Estimación experimental de la potencia de una lente convergente

- Se trata de idear un método experimental para determinar aproximadamente la potencia de una lente convergente. Un método puede consistir en alejar la lente de un objeto próximo hasta que la imagen se hace borrosa y medir esta distancia mediante una regla.

14. Investigación de la distancia óptima de visión del ojo y evidencia del punto ciego

- Se trata de actividades complementarias de la explicación de la estructura y funcionamiento del ojo.

15. Predicción del tipo de lente necesario para la corrección de algunos defectos visuales

- Se describen las razones de la miopía y de la hipermetropía, ayudándose de un esquema que muestre la refracción de los rayos provenientes de un objeto en el cristalino del ojo y se pregunta por el tipo de lentes (convergente o divergente) preciso para la corrección de cada defecto visual.
- Se contrasta la solución dada con el tipo de lentes que puedan llevar los alumnos o el propio profesor o profesora.

16. Investigando cómo aumentar el tamaño de las imágenes mediante el uso combinado de un par de lentes

- Se trata de investigar la posibilidad de aumentar el tamaño de la imagen de un objeto pequeño mediante el uso de dos lentes (fundamento del microscopio) y la posibilidad de aumentar el tamaño aparente de un objeto lejano mediante el uso de dos lentes (fundamento del telescopio refractor).

El profesor proporcionará ayuda selectiva a los grupos en forma de sugerencias o bien proporcionará los esquemas de la marcha de rayos a través de un microscopio y de un telescopio, con lo cual la actividad se convierte en una experiencia guiada sobre el fundamento de cada instrumento.

Actividades de evaluación

Evaluación inicial

Cuestionarios iniciales a lo largo de la Unidad sobre la naturaleza de la luz, su forma de propagación, la reflexión y la refracción, los colores de las cosas y el mecanismo de la visión y la formación de las imágenes.

Evaluación en el transcurso del aprendizaje (formativa)

- Evaluación de los cambios conceptuales operados en los estudiantes mediante la utilización de algunas cuestiones conceptuales y de aplicación. Discusión de los posibles errores cometidos.
- Observación pautada del grado de competencia de los estudiantes en los procedimientos de observación, interpretación, experimentación e investigación de los fenómenos ópticos abordados en las actividades de aprendizaje y del grado de cooperación entre los miembros de cada grupo.
- Interacción del profesor o profesora con los estudiantes en el transcurso de las actividades (preguntas, sugerencias, ayudas, etc.).
- Valoración de los informes de algunas actividades recogidos en los cuadernos.
- Evaluación de la destreza en la construcción de instrumentos ópticos.

Evaluación final (sumativa)

- Cuestiones de tipo conceptual acerca de la naturaleza y forma de propagación de la luz y del mecanismo de visión.
- Actividades de predicción de la marcha de rayos a través de láminas de caras paralelas, prismas, espejos y lentes mediante diagramas gráficos.
- Cuestiones que muestren el conocimiento adquirido sobre el fundamento de los diferentes instrumentos ópticos.
- Actividad práctica que permita evaluar el grado de progreso efectuado en la capacidad de experimentar e investigar en relación a fenómenos e instrumentos ópticos.

Bibliografía y recursos

Bibliografía

- CAAMAÑO, A.; OBACH, D., y PÉREZ-RENDON, E. *Física y Química 2.º B. U. P.*: Caps. 16 y 17. Barcelona: Teide, 1992.
 - CROMER, A. H. *Física para las ciencias de la vida*: Caps. 14 y 15. Barcelona: Reverté, 1976.
 - BULLEJOS, J., et al. *Ciencias de la Naturaleza, Educación Secundaria Ciclo 12-14, Primer curso*: Unidad 5: "La luz y el sonido". Vélez-Málaga: Elzeveir, 1992.
 - DRIVER, R.; GUESNE, E., y TIBERGIEN, A. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*, cap. 2. Madrid: M. E. C. / Morata, 1989.
 - GRUP RECERCA-FARADAY.
 - *Física Faraday*: Cap. 7: "El comportamiento de la luz". Barcelona: Teide, 1988.
 - *Física Faraday. (Guía del Profesor)*: Cap. 7. Barcelona: Teide, 1988.
 - HAN, J. *Amantes de la ciencia*. Barcelona: Blume.
 - HIERREZUELO, J., y MONTERO, A. *La ciencia de los alumnos. Su utilización en didáctica de la Física y Química*: Cap. 8. Barcelona/Madrid: Laia/M.E.C., 1988. Sevilla: Díada, 1992.
 - NUFFIELD. *Proyecto Nuffield de Ciencias para la Enseñanza Secundaria (Volumen 5): Extensión de la percepción sensorial*. Barcelona: Omega, 1975.
 - PROJECTE GAIA (*Ciències Experimentals 12-16*), Crèdit 3: *Què afecta a què?* Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya (en fase de publicació por la editorial ECIR).
 - PSSC. *Física*: Caps. 1, 2, 3. Barcelona: Reverté, 1975.
 - S.A.T.I.S.
 - N.º 209: "Ulleres i lents de contacte".
 - N.º 306: "Fibres òptiques i telecomunicacions".
- Traducción efectuada por la Comisión de Ciencias del Colegio de Licenciados de Cataluña. ICE de la UPC. Barcelona, 1991. S. A. T. I. S. (vols. 2 y 3). A. S. E., Herts, Reino Unido.
- STWEART, K., et al. *La Física en sus aplicaciones*. Madrid: Akal, 1992.

Vídeos

▣ Colección "Educativa" de la Enciclopedia Británica.

— Serie *Ciencias Físico-Químicas*.

- *¿Qué es la luz?*

Distribuido por Áncora Audiovisual, S. A.

Material de laboratorio

Equipo elemental de óptica que contenga fuentes de luz, banco óptico, lentes, espejos, secciones de lentes, prismas, rendijas y filtros de colores.

Unidad 11: *Objetivos didácticos*

El aire: un material que está por todas partes

- Profundizar en el conocimiento de algunas propiedades de los materiales en estado gaseoso e interpretar dichas propiedades tomando como referencia el modelo cinético-corpúscular de la materia.
- Conocer la composición del aire en condiciones naturales, sus principales contaminantes, las causas de los mismos y sus principales efectos en el ambiente.
- Reconocer la importancia del oxígeno en la mayoría de los fenómenos cotidianos y en los seres vivos.
- Interpretar cambios químicos en los que el oxígeno interviene, identificando los reactivos y los productos de la reacción y reconociendo que la masa se conserva.
- Identificar factores que modifican la velocidad de cambios químicos.
- Comparar cambios químicos en relación a la transferencia de energía a que dan lugar, identificando los combustibles utilizados.
- Planificar experiencias que permitan la confirmación o no de hipótesis sobre leyes relacionadas con el cambio químico (conservación de la masa, factores que intervienen en la velocidad de una reacción...).
- Redactar informes a partir de trabajos experimentales.
- Tender a dudar de las propias interpretaciones que se dan a los fenómenos observados y mostrar interés en conocer otros puntos de vista.
- Tender a valorar positivamente y a poner en práctica actuaciones que eviten la contaminación del medio ambiente o el derroche de materiales.

Contenidos

Conceptos

1. Propiedades del aire:
 - Existencia del vacío.

- Propiedades del aire: ocupación de un espacio, masa, densidad (y su variación en función de los cambios de temperatura), compresibilidad...
 - Interpretación de dichas propiedades aplicando el modelo cinético-corpúscular de la materia.
2. Composición del aire:
- Reconocimiento de sus principales componentes.
 - Criterios para diferenciar entre mezclas, disoluciones, compuestos, elementos...
 - Uso de modelos moleculares y de fórmulas para representar la composición de los principales componentes del aire.
3. Estudio de reacciones químicas en las que interviene el oxígeno del aire:
- Oxidación de los metales y combustiones. Reconocimiento de los reactivos y productos de tales reacciones.
 - Representación de los cambios químicos por medio de ecuaciones químicas.
 - Conservación de la masa en los cambios químicos.
 - Transferencia de energía en los cambios químicos y en especial en las combustiones.
 - Factores que influyen en la velocidad de una reacción.
4. Problemas ambientales debidos a la contaminación del aire:
- Conocimiento de alteraciones que provocan las actividades humanas en la calidad del aire y sus consecuencias.
 - Los combustibles utilizados como fuente de energía y las consecuencias en el medio ambiente.
 - El consumo de tabaco y las consecuencias para la salud.
 - El fenómeno de la corrosión y cómo prevenirla.

Procedimientos

- Uso de instrumentos de medida y manipulación del material de vidrio.
- Construcción de dispositivos para recoger gases.
- Aplicación de técnicas para reconocer el oxígeno y el dióxido de carbono.
- Realización de informes del trabajo experimental.
- Conocimiento de las precauciones que deben tomarse a la hora de manipular sustancias.
- Conocimiento de las principales actuaciones que deben tomarse en caso de accidentes en el laboratorio, especialmente en caso de incendio.
- Planteamiento de problemas para investigar en relación a los cambios químicos (conservación o no de la masa, factores que influyen en la velocidad de reacción...).

- Planteamiento de hipótesis, identificando las variables dependiente, independiente y las que se deben controlar.
- Diseño de pruebas experimentales para comprobar las hipótesis.
- Planificación de la recogida de datos y organización de los mismos.
- Deducción de conclusiones.
- Redacción de informes.

Actitudes

- Deseo de plantear interrogantes frente a los fenómenos que se observan y mostrar interés en conocer los demás puntos de vista para discutir y comparar los resultados de las experiencias.
- Tendencia a ser preciso para tomar los datos, en el control de la experimentación, en el razonamiento y en el uso del lenguaje científico.
- Tender a valorar positivamente y a poner en práctica actuaciones que eviten la contaminación del medio ambiente o el derroche de materiales.

(Este tema se puede relacionar con el estudio del ciclo del oxígeno: respiración y fotosíntesis.)

El **tiempo previsto** para esta undécima Unidad es de 15-20 horas.

Actividades de aprendizaje

1. ¿El aire pesa?

- Realización de experiencias sencillas, en gran grupo, que permitan la discusión sobre la existencia o no del vacío.
- Comprobación experimental del peso del aire.

2. ¿Varía el peso del aire cuando se calienta?

- Comprobación del aumento de volumen al dilatarse el aire contenido en un *erlenmeyer* tapado con un globo. Comparación entre las distintas interpretaciones que dan los estudiantes a este fenómeno.
- Explicación de la interpretación que se da teniendo en cuenta la teoría cinético-corpúscular.
- Aplicación de dicha interpretación al hecho de que el aire caliente es menos denso que el aire frío.

3. ¿Cómo interpretar otras experiencias con gases?

- Trabajo en grupo en el cual deban aplicar la misma teoría para interpretar otras propiedades de los gases como la compresibilidad, la difusión, la presión..., que se

pueden hacer observar al gran grupo. **Discusión** sobre las diferentes explicaciones que dan los estudiantes (se pueden confeccionar pósters que faciliten la comunicación de las conclusiones de cada grupo).

- **Vídeo** *Constitución de la materia*.
- **Actividad de resumen** sobre el modelo cinético-corpúscular de la materia.
- **Respuesta a ejercicios de aplicación de propiedades** del aire en relación a fenómenos cotidianos en los que observamos este hecho: globos que se elevan, circulación del aire en las casas y en la naturaleza, pelotas que se hinchan cuando están en un lugar caliente, reconocimiento de la presencia de perfume en el aire de una habitación aunque haya poca cantidad, etc.

4. ¿Qué sustancias forman parte del aire?

- **Verbalización de las opiniones del grupo-clase** sobre cuáles son los componentes del aire.
- **Realización de experiencias** para reconocer los principales componentes del aire: oxígeno, dióxido de carbono, vapor de agua...
- **Proyección de un vídeo** sobre el oxígeno, obtención, propiedades y aplicaciones (en su defecto, transmitir la información a través de un texto escrito). **Elaboración de un resumen**.
- **Lectura y comentario** de algún documento histórico que explique el descubrimiento del oxígeno.

5. Las sustancias que forman parte del aire, ¿son compuestos o elementos?

- **Revisión de los criterios** que permiten clasificar la materia en mezclas heterogéneas, soluciones, sustancias puras. Promover que los alumnos verbalicen criterios para diferenciar entre compuestos y elementos.
- **Observación experimental** de la descomposición del agua por electrólisis. Reconocer que el hidrógeno y el oxígeno tienen propiedades distintas del agua.
- **Elaboración de cuadros comparativos** que recojan los criterios principales que permiten diferenciar las mezclas de los compuestos y de los elementos.
- **Aplicación de los criterios anteriores** a la clasificación de los componentes del aire, combustibles y otros materiales cotidianos.
- **Presentación de la Tabla Periódica**. **Localización de los elementos** que forman parte del aire y de otros que los estudiantes conozcan. **Identificación de los símbolos** de los principales elementos.

6. ¿Qué sucede cuando calentamos sustancias en presencia de oxígeno?

- **Observación**, en gran grupo, de los cambios que aparecen al calentar distintos materiales: cobre, magnesio, carbón, azufre, papel... **Propuestas de explicación** por parte de los estudiantes, que deberían recogerse en un mural.
- **Comprobación**, si se tienen instrumentos de medida apropiados, del aumento de masa al calentar cobre o magnesio. **Discusión** sobre las causas del aumento de la

masa. Identificación de los reactivos y de los productos de la reacción. Escribir las ecuaciones químicas correspondientes indicando los nombres de cada sustancia y sus fórmulas.

- **Observación** de alguna combustión. **Discusión** sobre cuáles son los reactivos y cuáles son los productos de la reacción, y sobre los cambios energéticos que se observan. **Escribir** las reacciones químicas correspondientes.
- **Revisión de las explicaciones iniciales.** Elaboración de resúmenes sobre las semejanzas y diferencias entre oxidaciones y combustiones.

7. ¿Cómo conseguir que una combustión sea más rápida?

- **Planteamiento de una investigación**, para diseñar y realizar por los estudiantes, en relación a cómo conseguir que una combustión sea más rápida (por ejemplo, una cerilla).
- **Planificación, en pequeños grupos, de la investigación.** Discusión en relación a las diferentes planificaciones. Resumen de las principales acciones que se deben programar. Deberán:
 - Definir el problema planteado.
 - Identificar los factores que pueden favorecer la velocidad de una reacción.
 - Plantear hipótesis para ser experimentadas.
 - Diseñar cómo realizar los experimentos.
 - Recoger datos.
 - Interpretarlos.
 - Deducir las conclusiones.
- **Realización de la experiencia y redacción de conclusiones.** Comparación de los resultados obtenidos.
- **Planteamiento de ejercicios que permitan la aplicación de estos aprendizajes a otras situaciones** (por ejemplo, reacción de una pastilla efervescente y agua u otras que puedan proponer los mismos estudiantes).

8. ¿Cómo se contamina el aire?

- Estudio de problemas ambientales debidos a la contaminación del aire (**trabajo de grupo** paralelo a los anteriores).
- **Trabajo en equipo** sobre fenómenos de la vida cotidiana que conlleven reacciones con intervención del oxígeno: respiración, incendios forestales, uso de combustibles en las casas (calefacción), en la industria, en los coches y aviones, los explosivos, corrosión del hierro, *smog*, lluvia ácida, tabaco, etc. Profundizar en los aspectos de impacto sobre el medio ambiente y en la salud. (Los alumnos buscarán información a través de la prensa, revistas, libros, visitas y entrevistas.)
- **Recogida de datos de información. Organización del material** que se recoja.
- **Posible visita** a lugares especialmente contaminados.
- **Montaje de una exposición.**

Actividades de evaluación

Evaluación inicial

Cuestionario con pocas preguntas, pero contextualizadas, que permitan poner de manifiesto las ideas de los estudiantes sobre propiedades de los gases, sobre el cambio químico y sobre el uso del modelo cinético corpuscular para interpretar dichas propiedades y cambios. Se pueden utilizar algunas de las recogidas por Driver y otros, 1989, y Hierrezuelo y Montero, 1988.

Esta diagnosis inicial deberá servir para reconocer cuáles son los tipos de explicación que dan los estudiantes de una determinada clase y la distribución de estas explicaciones. Todo ello para poder adaptar mejor las actividades de aprendizaje previstas a las necesidades del alumnado. En cambio, no es conveniente analizarlo en función de los aciertos o errores de los estudiantes y/o de una posible clasificación de los mismos por medio de notas. Se puede dar a conocer a los alumnos la diversidad de respuestas obtenidas entre los miembros del grupo-clase y así motivarlos para preguntarse si su opinión es la que da la ciencia actual o no.

Evaluación en el transcurso del aprendizaje (formativa)

- Evaluación de la percepción que tienen los estudiantes sobre los objetivos del trabajo que se les propone

Al inicio de algunas de las actividades se propone que los estudiantes expresen sus ideas y reconozcan los objetivos del trabajo propuesto. Se deberá evaluar cómo se representan los objetivos de las tareas que se les proponen.

- Evaluación de la capacidad para reconocer cuáles son las dificultades u obstáculos que encuentran en su aprendizaje

Se pueden utilizar algunas de las actividades de aprendizaje en las que se pida a los estudiantes que verbalicen qué aspectos no acaban de entender y qué ayudas solicitan. Se deberán arbitrar sistemas para intentar dar respuestas a las necesidades detectadas.

- Evaluación de la capacidad para sintetizar y estructurar los aprendizajes realizados

En las actividades se pide a los estudiantes que confeccionen cuadros-resumen comparativos o que resuman las acciones que deben aplicar al poner en práctica un determinado procedimiento. El alumnado podría autoevaluar la calidad de su síntesis al aplicarla a la resolución de ejercicios propuestos por el profesorado o por los mismos compañeros o compañeras.

Evaluación final (sumativa)

Puede proponerse una prueba final con algunas de las cuestiones similares o idénticas a las iniciales. También deberán tenerse en cuenta las respuestas a los diferentes ejercicios de aplicación. También deberá valorarse:

- La participación en las discusiones en el aula.
- La adquisición de los hábitos de trabajo en el laboratorio, ordenación y limpieza del material.

- La calidad del trabajo en equipo, de la capacidad de organizarse en la planificación de la recogida de datos y del análisis de los mismos.
- La participación en el montaje de la exposición y la calidad de la información aportada.

Bibliografía y recursos

Bibliografía

- ASIMOV, I. *La búsqueda de los elementos*. Barcelona: Plaza & Janés, 1982.
- CANE, B., y SELWOOD, J.
 - *Química elemental básica. 1. La sustancia y sus cambios*. Barcelona: Ed. Reverté, 1975.
 - *Química elemental básica. 2. Elementos y compuestos*. Barcelona: Ed. Reverté, 1978.
- DICKSON, T. R. *Química, enfoque ecológico*. Buenos Aires: Ed. Limusa, 1980.
- DRIVER, R., et al. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Ed. Morata / M. E. C., 1991.
- HANN, J. *Ciencia en tus manos*. Barcelona: Plaza & Janés, 1991.
- HIERREZUELO, J., y MONTERO, A. *La ciencia de los alumnos*. Barcelona: Ed. Laia / M. E. C., 1988 (1992, Ed. Díada).
- GARCÍA QUISMONDO, J. *Experiencias de Química*. Madrid: Akal, 1990.
- LLORENS, J. A. *Comenzando a aprender Química: ideas para el diseño curricular*. Madrid: Visor, 1991.
- SCIENTIFIC AMERICAN. *Química y Ecosfera*. Madrid: Ed. Blume, 1976.
- STOCKER, H. S., y SEAGER, S. L. *Química ambiental: Contaminación del aire y del agua*. Madrid: Ed. Blume, 1981.
- THORNHILL, P. *El aire que nos rodea*. Barcelona: Ed. Ariel, 1964.

Vídeos

- Colección “*Educativa*” de TVE
 - Serie *El Planeta Milagroso*:
 - *El origen del oxígeno*.
- Colección “*El Ojo Científico*”.
 - *Más ligero que el aire*.
 - *Estados de la materia*.
- Colección “*Educación*” de la Enciclopedia Británica
 - Serie *Ciencias Físico-Químicas*:
 - *Comportamiento de la materia*.
 - *Evidencia de la teoría atómica-molecular*.

- *Teoría molecular de la materia.*
- *Explorando la materia: cambio químico.*

▣ Publicaciones del M. E. C.:

— *Los problemas del medio ambiente (Contaminación del aire).*

Visitas

En relación a los contenidos del tema puede ser oportuno visitar una central térmica, una refinería o un centro de control de la calidad del aire (en las grandes ciudades).

Objetivos didácticos

- Describir la atmósfera: variaciones en su composición, densidad, temperatura y presión con la altura.
- Identificar las principales variables que condicionan el tiempo atmosférico: humedad, temperatura, presión...
- Iniciarse en la explicación de las causas de los principales fenómenos atmosféricos y de su variedad: precipitaciones, vientos, nubes, fenómenos eléctricos...
- Saber utilizar los diferentes instrumentos de medida de variables y fenómenos atmosféricos.
- Comunicar las observaciones y medidas realizadas mediante dibujos, descripciones, resúmenes, tablas, cuadros y gráficos.
- Tender a realizar las observaciones sistemáticamente y con precisión.
- Interpretar los signos que se utilizan en los mapas del tiempo.
- Interpretar, en mapas del tiempo de periódicos, las principales características que permiten predecir el tiempo.
- Identificar variaciones en la composición de la atmósfera y sus posibles consecuencias: efecto invernadero, destrucción de la capa de ozono...
- Tender a valorar positivamente y a poner en práctica comportamientos que eviten el deterioro de la atmósfera.

Unidad 12:
¿Cómo se puede predecir el tiempo?

Contenidos

Conceptos

1. La atmósfera:
 - Capas atmosféricas: composición, densidad, temperatura...
 - Localización de distintos fenómenos atmosféricos.
 - Variaciones en la composición de la atmósfera debidos al aumento de la concentración de dióxido de carbono, a la destrucción de la capa de ozono...

2. Variables que condicionan el tiempo atmosférico:
 - Temperatura.
 - Humedad.
 - Presión.
3. Fenómenos atmosféricos:
 - Vientos: causas, tipos, instrumentos de medida, escala Beaufort.
 - Nubes: causas, tipos.
 - Precipitaciones: causas, tipos, instrumentos de medida.
 - Fenómenos eléctricos: causas, tipos.
4. La predicción del tiempo:
 - Los mapas del tiempo.
 - Frentes atmosféricos.
 - Los observatorios meteorológicos. Los satélites, las sondas, el radar...
 - Efectos de la contaminación atmosférica en el tiempo.

Procedimientos

- Uso de instrumentos de medida de las variables y fenómenos atmosféricos.
- Lectura y construcción de tablas y gráficos para recoger datos atmosféricos.
- Interpretación de los signos meteorológicos.
- Lectura de mapas del tiempo.
- Conocimiento de las precauciones que deben tomarse en una tormenta.
- Diseño de procedimientos de observación de las variables y fenómenos atmosféricos.
- Comunicación de los resultados de las observaciones utilizando una variedad de técnicas: dibujos, esquemas, descripciones, resúmenes, tablas, cuadros y gráficos.

Actitudes

- Deseo de encontrar explicaciones a los fenómenos observados.
- Tendencia a ser sistemático y preciso en la recogida de datos y en la comunicación de los mismos.
- Tendencia a valorar positivamente y a poner en práctica actuaciones que eviten la contaminación de la atmósfera.

El **tiempo previsto** para la duodécima Unidad es de 15-20 horas.

Actividades de aprendizaje

1. ¿Qué sabemos sobre cómo se predice el tiempo?

- Escenificación, por grupos, del trabajo de un meteorólogo. Los estudiantes deberán precisar cómo creen que los meteorólogos llegan a poder hacer predicciones del tiempo y cuáles son los conocimientos que deben tener.
- Confección, entre toda la clase, de una lista de los conceptos y técnicas que un meteorólogo debe conocer. Clasificarlos intentando distinguir entre las variables que afectan al tiempo, los fenómenos meteorológicos, las técnicas de trabajo y otras posibles. Completar dicho resumen, en caso de que algunos contenidos importantes no hayan sido puestos de manifiesto. Dar a conocer cómo se trabajarán dichos contenidos.

2. ¿La atmósfera, es siempre igual?

- A partir de una información escrita, confección de un gran mural, común a toda la clase, en el cual se representen las diferentes capas de la atmósfera, así como sus características principales. Cada grupo puede centrarse en una de las capas, pero se puede completar con algún juego a través del cual los estudiantes tengan que localizar fenómenos, identificarlos, dar datos, etc.
- Localización de los cambios que se producen por la acción del hombre, especialmente la disminución de la capa de ozono y el efecto invernadero.
- Inicio de la confección de un diccionario de términos meteorológicos elaborado con las propias definiciones (no copias de libros o diccionarios).

3. ¿Cómo funciona un centro meteorológico?

- Visita a una estación meteorológica. Elaboración de un informe en relación a los datos que se recogen, los instrumentos, los tipos de gráficos, los signos, etc.
- Organización del aula como una pequeña estación meteorológica. Diseño de un sistema de recogida de datos sobre el tiempo atmosférico y reparto de las funciones entre los diferentes equipos. Si se dispone de tiempo o se puede colaborar con tecnología, el alumnado puede construir algunos de los aparatos de medida. Cada día, un miembro (o un grupo) de la clase puede ser el meteorólogo-jefe, que sintetiza los datos y los compara con los de los periódicos o de la televisión. Con todos los datos se puede realizar, día a día, un gran mural resumen. Cada día de clase deberá dedicarse unos minutos al comentario de los nuevos datos.
- Si es necesario, enseñar a utilizar los diferentes instrumentos de medida. Por ejemplo, se puede pedir a diferentes estudiantes que expliquen cada uno el funcionamiento de un instrumento a sus compañeros y compañeras (previamente se les habrá proporcionado información o explicado detalladamente).

4. ¿Qué es la presión atmosférica?

- Realización de algunas experiencias, en gran grupo, para poner de manifiesto la presión atmosférica: provocar el vacío en un frasco, la entrada de un huevo duro

en una botella, la compresión de una lata, etc. **Discusión e interpretación de los resultados.** Introducción del concepto de presión atmosférica.

- **Explicación de la experiencia de Torricelli** (si se dispone de mercurio, se puede reproducir en el aula). Instrumentos de medida de la presión atmosférica y unidades. Gráficos de presión: isobaras, centros de altas y de bajas presiones.
- Partiendo de la motivación a que puede dar lugar la explicación de una ascensión al Everest, **informar** sobre la variación de la presión con la altura. **Plantear cuestiones de aplicación** como: *¿Por qué a mayor altura es menor la presión atmosférica?* También se pueden plantear cuestiones que obliguen a establecer relaciones con conceptos estudiados en anteriores módulos como, por ejemplo: *¿Se puede cocer un huevo en la cima del Everest?*
- Planteamiento de cuestiones en relación a otros factores que pueden influir en la presión atmosférica.

5. ¿Qué le pasa al aire cuando varía la temperatura y la presión?

- **Observación** de los movimientos del aire al calentar una masa de aire y ponerla en contacto con otra fría. Por ejemplo, dos *erlenmeyers* colocados uno encima de otro, opuestos, y uno lleno de aire caliente (con el humo de un cigarrillo). Se observa el movimiento del aire según el aire caliente esté encima o debajo. **Discusión** de los resultados y relación con el hecho de la variación de la densidad del aire con la temperatura.
- **Aplicación a la explicación** de vientos locales, como, por ejemplo, las brisas.
- Plantear una **situación real** de lugares con diferente presión. Proponer al alumnado que haga **previsiones** sobre el desplazamiento del aire.
- **Comparación** entre mapas del tiempo de días sucesivos. **Observación** del desplazamiento de los frentes. **Propuesta de cuestiones** que faciliten establecer relaciones entre estos desplazamientos y los cambios de tiempo.
- **Resumir en un cuadro, mapa conceptual o redacción** qué se debe saber para poder predecir el tiempo.

6. Fenómenos meteorológicos poco habituales

- Propuesta de **pequeñas investigaciones** en torno a fenómenos meteorológicos poco habituales o a la influencia del hombre sobre el clima. También se pueden estudiar fenómenos habituales en algunas zonas, pero que no lo son tanto en otras. Cada dos o tres alumnos puede recoger información y fotografías y confeccionar murales o un libro de la clase que recoja información sobre: qué es, cómo se origina, cómo se puede predecir, qué se debe hacer cuando se produce, etc.

Se pueden estudiar: "gotas frías", granizo, tornados y huracanes, la aurora boreal, tormentas acompañadas de aparato eléctrico, nieblas persistentes, efectos de explosiones nucleares, deterioro de la capa de ozono, efecto invernadero, el *smog* en las ciudades, etc.
- **Completar el diccionario meteorológico**, con las aportaciones del trabajo de todos los componentes de la clase.

Actividades de evaluación

Evaluación inicial

En la primera actividad se plantea **recoger las ideas de los estudiantes** en relación a los conocimientos necesarios para poder predecir el tiempo. Se podrá reconocer qué conceptos les son conocidos, al menos el nombre, y cuáles no asocian al estudio de la meteorología.

Evaluación en el transcurso del aprendizaje (formativa)

- Evaluación de la percepción que tienen los estudiantes sobre los objetivos del trabajo que se les propone.

A través de la primera actividad se deberá evaluar si el alumnado reconoce los contenidos que se trabajarán en este módulo.

- Evaluación de la capacidad para reconocer cuáles son las dificultades u obstáculos que encuentran en su aprendizaje.

A través de la confección del mural, se puede hacer un **seguimiento individual de las dificultades de cada alumno o alumna** tanto en la recogida de datos como en su análisis. Conviene promover que sea el mismo estudiante el que solicite la ayuda necesaria para realizar bien su tarea.

En las discusiones sobre las interpretaciones de las experiencias se deberá reconocer qué alumnos dan sólo explicaciones fenomenológicas y qué alumnos dan explicaciones causales. Conviene poner de manifiesto los dos tipos de explicaciones y facilitar que cada estudiante reconozca qué tipo de explicación da.

- Evaluación de la capacidad para sintetizar y estructurar los aprendizajes realizados.

El **diccionario** será un buen indicador de la capacidad de cada estudiante para definir, con sus palabras, los nuevos aprendizajes. Se puede promover, a través de trabajos en grupos heterogéneos, la comparación entre diferentes definiciones y la mejora de las iniciales.

También será importante revisar cómo sintetizan los conocimientos necesarios para poder predecir el tiempo (final de la actividad 5).

Evaluación final (sumativa)

Puede proponerse una **prueba final** con cuestiones relativas a la interpretación de mapas del tiempo de los periódicos. También deberá valorarse especialmente:

- La participación en la recogida de datos.
- La precisión y responsabilidad en el cumplimiento de las tareas encomendadas.
- Las explicaciones sobre los fenómenos atmosféricos que han escogido para ampliar su estudio. Se deberá valorar especialmente si relacionan estos fenómenos con algunos de los conceptos que se habrán estudiado con mayor profundidad.

Bibliografía y recursos

Bibliografía

- DRIVER, R., *et al.* *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Ed. Morata / M. E. C., 1991.
- HANN, J. *Ciencia en tus manos*. Barcelona: Plaza & Janés, 1991.
- HIERREZUELO, J., y MONTERO, A. *La ciencia de los alumnos*. Barcelona: Ed. Laia / M. E. C., 1988.
- KEIDEL, C. G. *Pequeña guía de Meteorología*. Barcelona: Ed. Omega, 1981.
- PAMPALLONA, U. *Interrogando la atmósfera*. Barcelona: Ed. Avance, 1975.
- TOHARIA, M. *Tiempo y clima*. Barcelona: Ed. Salvat, Colección "Aula Abierta", 1981.
- UNESCO. *Nuevo manual de la UNESCO para la enseñanza de las Ciencias*. Buenos Aires: Ed. Sudamericana, 1973.

Vídeos

- Colección "*Educativa*" de TVE
 - Serie *El Planeta Milagroso*:
 - *La atmósfera: nuestra capa protectora*.
- Colección "*Fundación Serveis de Cultura Popular*"
 - *Fenómenos atmosféricos*.
 - *Presión atmosférica*.

Visitas

En relación con los contenidos del tema puede ser oportuno visitar una estación meteorológica o un centro del Instituto Nacional de Meteorología (Ciudad Universitaria, s/n. 28040 Madrid. Teléf.: 91-244 35 00).

En los capítulos anteriores de esta Propuesta B se han establecido pautas metodológicas, orientaciones para la evaluación, criterios de organización para la secuencia de los objetivos y contenidos del área de Ciencias de la Naturaleza en el primer ciclo de la E. S. O., recursos (bibliografías, audiovisuales...), etc. Todo ello se ha traducido en una propuesta de programación para este primer ciclo, materializada en una docena de posibles unidades didácticas.

Una vez expuestas estas bases, los capítulos siguientes se destinan a desarrollar dos de estas unidades didácticas. Con ello se pretende dar a conocer con mayor profundidad la propuesta y permitir su análisis en el contexto de la práctica cotidiana en las aulas. Las unidades elegidas para ello son:

- La número 2: "Diferentes formas de vida".*
- La número 3: "Agua para todo y para todos".*

Cada una de ellas ocupa un capítulo e incluye dos apartados diferenciados, aunque directamente relacionados: una guía para el profesorado, que justifica el propio desarrollo de la Unidad y los elementos que la conforman, y un conjunto de actividades para el alumnado, donde se detalla la secuencia de posibles tareas, prácticas, etc., que se proponen a alumnos y alumnas para el trabajo de los contenidos de la Unidad.

Desarrollo de la Unidad didáctica 2*: *Diferentes formas de vida*

Capítulo 1: ***“Los seres vivos, base de nuestra alimentación”***

Guía para el
profesorado

Actividad 1.1: *Visita a un mercado*

- *Temporalización:* tiempo libre.
- *Tipo de actividad:* itinerario (actividad extraescolar).
- *Observaciones:* como inicio de esta Unidad didáctica se recomendará la visita, en tiempo libre e individualmente, a un mercado de abastos para recoger información sobre qué tipos de puestos hay en un mercado, qué tipos de alimentos se venden en ellos y el origen de estos alimentos. El objetivo de esta actividad es motivar e interesar al alumnado en el estudio de la diversidad de seres vivos, por lo que la visita no es guiada.

Actividad 1.2: *Qué hemos visto en el mercado*

- *Temporalización:* media hora.
- *Tipo de actividad:* torrente de ideas y confección de un póster.
- *Observaciones:* trabajando en grupos, los alumnos harán un listado de los diferentes tipos de tiendas que se pueden encontrar en un mercado y los alimentos que venden. Cada grupo elaborará un póster sobre uno de los tipos de puestos, en donde

* La propuesta de objetivos didácticos, contenidos, recursos, etc., relativos a esta Unidad didáctica se desarrolla en la página 188 y ss. de este documento.

quedará reflejado qué tipos de alimentos venden. Tendrían que confeccionarse pósters sobre los puestos en los que se vendiesen frutas y verduras, pescado, carne de ternera, de cordero, de pollo, de cerdo, etc. Para realizar el póster se pueden utilizar dibujos realizados por los alumnos o fotos de propaganda de supermercados.

Una vez realizado el póster, cada grupo lo mostrará y explicará al resto de la clase. Las sugerencias de los compañeros pueden quedar reflejadas en el póster.

Actividad 1.3: Los alimentos

- *Temporalización*: una hora.
- *Tipo de actividad*: debate y trabajo de aula.
- *Observaciones*: el tema para debatir será la procedencia de los diferentes alimentos reflejados en los pósters. El de algunos es muy claro: nadie duda que una sardina es un animal o que una lechuga es un vegetal. Pero hay otros cuyo origen es más incierto. La conclusión del debate llevará a establecer que los alimentos reflejados en los pósters, o son seres vivos o están elaborados con sustancias que proceden de seres vivos.

A través del análisis de las etiquetas de los alimentos envasados se puede averiguar el origen de algunos de ellos. También nos permitirá introducir la necesidad de conservación de los alimentos.

Algunas de las preguntas planteadas en la actividad van encaminadas a averiguar las concepciones de los alumnos sobre la generación espontánea de la vida.

Actividad 1.4: Las semillas, un alimento muy utilizado

- *Temporalización*: una hora.
- *Tipo de actividad*: trabajo práctico de laboratorio.
- *Observaciones*: uno de los alimentos más consumidos son las semillas. Se averiguará en esta actividad qué saben los alumnos sobre las semillas. En el laboratorio se plantarán semillas para estudiar el ciclo biológico de una planta. A lo largo del desarrollo de la planta se irá rellenando una ficha de observación. Esta actividad nos permitirá ver y estudiar todos los órganos de una planta superior, así como sus requerimientos en cuanto a la nutrición y la reproducción (polinización). Es conveniente para su realización la consulta de la información "Iguales pero diferentes" (pág. 314) del capítulo 4: "Plantas" ("Actividades para el alumnado"). También se aprovechará esta experiencia para la realización de algunas de las actividades propuestas en este mismo capítulo.

Se propone en la actividad sembrar semillas de *Brassica rapa*, planta de ciclo biológico corto (cuatro semanas); las instrucciones para la siembra y el cuidado de la planta son una traducción y adaptación del programa *Plantes a l'aula* elaborado por el C.E.D.E.C. (Centre de Documentació i Experimentació de Ciències) del Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya, que a su vez lo ha traducido del programa S.A.P.S. Homerton College. Cambridge. (Las semillas y el material para la realización de esta actividad pueden adquirirse en Ciencia Activa, c/. Berenguer de Palou, 59, 08027 Barcelona, teléf.: 408 58 50).

Actividad 1.5: *Semejanzas y diferencias*

- *Temporalización*: media hora.
- *Tipo de actividad*: trabajo de aula.
- *Observaciones*: trabajando en grupo, alumnos y alumnas resolverán un cuestionario en el que se les plantea extraer las semejanzas y diferencias entre un ser vivo con vida (cualquiera de ellos), una parte de un ser vivo (una manzana), un ser vivo que ya no tiene vida (un bistec de ternera) y un objeto inerte (el carrito de la compra). Las respuestas han de llevar a diferenciar qué es un ser vivo y la funcionalidad de los seres vivos. Durante el desarrollo de esta actividad se leerá, individualmente y cuando haya necesidad, la información *¿qué es un ser vivo?*

(Información 1.1: *¿Qué es un ser vivo?*)

- *Temporalización*: es una información que se consultará para la realización de otras actividades, por lo que no tiene un tiempo específico para su realización.
- *Tipo de actividad*: lectura.
- *Observaciones*: la lectura informa sobre las características de los seres vivos, recopilando las que han salido a lo largo de las actividades ya realizadas y dando informaciones nuevas. En ella se tratan las funciones vitales que caracterizan a los seres vivos y se introducen los niveles de organización.

Actividad 1.6: *Relaciona*

- *Temporalización*: un cuarto de hora.
- *Tipo de actividad*: mapa conceptual.
- *Observaciones*: es una actividad de aplicación que nos puede permitir la evaluación formativa de este capítulo.

Capítulo 2:

“La clasificación de los seres vivos”

Actividad 2.1: *La torre de Babel*

- *Temporalización*: un cuarto de hora.
- *Tipo de actividad*: trabajo de aula.
- *Observaciones*: actividad introductoria del capítulo en la que se plantea el problema de la identificación de los seres vivos y se pide a los alumnos que den alguna solución al mismo.

Actividad 2.2: *El nombre de los seres vivos*

- *Temporalización*: una hora.
- *Tipo de actividad*: lectura/trabajo de aula; consulta bibliográfica.
- *Observaciones*: el texto explicativo de la actividad informa sobre la nomenclatura binominal de Linneo, introduciéndose el concepto de **especie**. Con las cuestiones

que se plantean se pretende reforzar el aprendizaje de estos conceptos. La respuesta de algunas de estas preguntas requerirá la consulta de libros especializados. Explicar **qué es una especie** nos puede ayudar a la evaluación del aprendizaje de este concepto, permitiendo también controlar la expresión escrita y la utilización del vocabulario adecuado.

Actividad 2.3: Quién es quién

- *Temporalización:* media hora.
- *Tipo de actividad:* trabajo de aula.
- *Observaciones:* mediante esta actividad, en la que se clasifican seis figuras geométricas, se pretende que los alumnos comprendan qué es una clave dicotómica y su utilidad, así como entender qué es un criterio de clasificación.

Actividad 2.4: Criterios de clasificación

- *Temporalización:* una hora.
- *Tipo de actividad:* trabajo de aula.
- *Observaciones:* cada grupo de trabajo ha de construir una clave dicotómica que permita la identificación de los miembros del grupo e intercambiarla con la de otro grupo, viendo si es válida o no para identificarlos. La utilidad o no de la tabla ha de mostrar que es un criterio de clasificación válido. Es una actividad de aplicación que puede ser utilizada en la evaluación formativa.

Actividad 2.5: Volviendo a los pósters

- *Temporalización:* media hora.
- *Tipo de actividad:* trabajo de aula.
- *Observaciones:* utilizando los pósters contruidos en la actividad 1.2 se pedirá a los alumnos que clasifiquen a los seres vivos allí representados anotando los criterios elegidos.

Actividad 2.6: Los cinco reinos

- *Temporalización:* media hora.
- *Tipo de actividad:* trabajo de aula.
- *Observaciones:* en la actividad hay un texto informativo y un esquema sobre la diversidad de seres vivos y su agrupación en cinco reinos. Una vez dada la información se pedirá a los diferentes grupos de trabajo que apliquen estos conocimientos revisando la clasificación hecha en la actividad anterior, remodelándola si es necesario. Si no hay ninguna seta representada en los pósters, se hará referencia a ellas remarcándose que no son plantas. En la puesta en común, al citar a los diferentes seres vivos pueden salir los virus.

Actividad 2.7: ¿Lo hemos aprendido?

- *Temporalización:* media hora.

- *Tipo de actividad:* trabajo de aula.
- *Observaciones:* actividad de síntesis en la que se plantean cuestiones a los alumnos para ver el grado de aprendizaje que se ha logrado respecto a algunos contenidos en el capítulo. Puede utilizarse para la evaluación formativa o sumativa.

Capítulo 3: **“Los animales”**

Actividad 3.1: Clasificando en el puesto de pescado

- *Temporalización:* una hora.
- *Tipo de actividad:* trabajo práctico de laboratorio.
- *Observaciones:* se proporcionará a los alumnos una bandeja con diferentes animales de los que podemos adquirir en una pescadería, es decir, con moluscos (chirlas, cañadillas, bígaros, mejillones, etc.), peces (sardinias, caballa, escórpora, gallos, etcétera) y crustáceos (galeras, cangrejos, cangrejos de río, cigalas, etc.). Cada grupo de alumnos tendrá que agruparlos por semejanzas, estableciendo sus características. Mediante una clave dicotómica averiguarán el nombre de cada grupo, permitiéndonos a la vez evaluar si han aprendido o no a utilizar correctamente una clave dicotómica.

Actividad 3.2: Cómo es un pez

- *Temporalización:* una hora.
- *Tipo de actividad:* trabajo práctico de laboratorio.
- *Observaciones:* cada grupo de trabajo realizará la observación externa del pez que tenía en la bandeja estableciendo las características generales de este grupo de animales. En la puesta en común se establecerán cuáles son las características comunes al grupo y las propias de la especie.

Actividad 3.3: Los mariscos

- *Temporalización:* dos horas.
- *Tipo de actividad:* trabajo práctico de laboratorio.
- *Observaciones:* bajo este nombre —mariscos— se incluyen dos grupos de animales muy diferentes: crustáceos y moluscos. La actividad consiste en una observación guiada de la morfología externa de ejemplares de ambos grupos. Los resultados se recogen mediante la descripción y el dibujo de los animales observados. En la puesta en común se establecerán las características generales de los grupos que pueden completarse mediante consulta bibliográfica. En los moluscos se hace la observación de varias conchas diferentes y sólo se observa completo un mejillón, eligiéndose este animal por ser alimento muy habitual y porque el alumnado de esta edad tiene dificultad en reconocerlo como un animal.

Actividad 3.4: La carne

- *Temporalización:* media hora.
- *Tipo de actividad:* discusión en grupo y debate. Trabajo de aula.
- *Observaciones:* centrándonos de nuevo en los pósters se debatirán las siguientes cuestiones:
 - *Cuando comemos carne, ¿qué tipo de ser vivo estamos consumiendo?*
 - *¿Qué diferencia hay entre carne y pescado?*
 - *¿Tienen alguna característica común todos los animales que nos proporcionan carne?*
 - *¿Qué animales conocéis parecidos a los que consumimos como carne?*
 - *¿Se podrían comer otros tipos de carne?*

A partir de las respuestas a estas preguntas han de salir los mamíferos (ternera, buey, toro, vaca, caballo, cordero, cabrito, cerdo, conejo, etc.) y las aves (pollo, pavo, codorniz, perdiz, faisán, pato, etc.) como principales fuentes de suministro de carne, estableciéndose algunas de sus características (tienen huesos, tienen alas, tienen plumas, tienen pelo, etc.). Consumir uno u otro tipo de animal es una costumbre social, ya que hay países en los que se puede comprar en el mercado carne de serpiente o de perro.

Actividad 3.5: Los vertebrados terrestres

- *Temporalización:* una hora.
- *Tipo de actividad:* visión de una cinta de vídeo. Trabajo de aula.
- *Observaciones:* sobre estos grupos de animales los alumnos de esta edad suelen tener más información, coincidiendo muchas veces con su concepto de animal. Antes de la visión del vídeo, y mediante un esquema que muestra diferentes vertebrados terrestres, se pide al alumno que los reconozca y diga lo que sabe sobre ellos. La cinta muestra los diferentes grupos de vertebrados, enseñando su origen evolutivo.

Actividad 3.6: Los otros grupos de animales

- *Temporalización:* una hora.
- *Tipo de actividad:* trabajo de aula.
- *Observaciones:* consultando un cuadro esquemático sobre el reino animal se ha de extraer información sobre los grupos de animales que hasta ahora no han sido estudiados. Como a lo largo del desarrollo de la Unidad didáctica se va realizando el cultivo de la *Brassica rapa*, puede utilizarse esta actividad para estudiar los insectos.

Según los intereses de los alumnos y los objetivos propuestos puede apoyarse esta actividad con alguna cinta de vídeo.

Capítulo 4: “Las plantas”

Actividad 4.1: ¿Cómo son las plantas?

- *Temporalización*: media hora.
- *Tipo de actividad*: trabajo de aula.
- *Observaciones*: los alumnos y alumnas de esta edad saben reconocer una planta, pero lo que ya no tienen tan claro es que todas las plantas superiores tienen raíz, tallo, hojas y, sobre todo, flores y frutos. Esta actividad es para conocer las concepciones de los alumnos sobre este tema.

Actividad 4.2: Comparando

- *Temporalización*: media hora.
- *Tipo de actividad*: trabajo de aula.
- *Observaciones*: se trata de hacer la puesta en común de la observación del crecimiento de la *Brassica rapa*. Se habrá observado el desarrollo de los diferentes órganos de esta planta y se compararán los resultados con lo que han contestado en la actividad anterior.

(Información 4.1: Iguales pero diferentes)

- *Temporalización*: es una información que se consultará para la realización de varias actividades, por lo que no tiene un tiempo específico para su realización.
- *Tipo de actividad*: lectura informativa cuyo contenido aborda los diferentes órganos de una planta superior, así como las modificaciones que pueden presentar.

Actividad 4.3: Las flores

- *Temporalización*: dos horas y media.
- *Tipo de actividad*: trabajo práctico de laboratorio.
- *Observaciones*: en esta actividad se realizará la disección de una flor sencilla, que puede ser la de la *Brassica rapa*. Se separarán los diferentes verticilos haciendo un dibujo de los mismos. Como estas flores son de pequeño tamaño, para ver mejor las piezas florales se utilizará la lupa binocular, introduciéndose su manejo.

Actividad 4.4: ¿Qué nos comemos?

- *Temporalización*: tres cuartos de hora.
- *Tipo de actividad*: trabajo de aula.
- *Observaciones*: es una actividad de aplicación que pretende que los alumnos reconozcan qué órgano del vegetal nos comemos cuando consumimos frutas o verduras.

Actividad 4.5: ¿Lo hemos aprendido?

- *Temporalización*: tres cuartos de hora.

- *Tipo de actividad:* trabajo de aula.
- *Observaciones:* actividad de síntesis en la que los alumnos han de aplicar lo aprendido sobre los órganos de las plantas superiores.

Actividad 4.6: Las plantas sin flores

- *Temporalización:* una hora.
- *Tipo de actividad:* trabajo de aula. Consulta bibliográfica y confección de un póster.
- *Observaciones:* actividad en la que se plantea la existencia de otro tipo de plantas diferentes a las que se ha estudiado: las plantas sin flores. La búsqueda bibliográfica o el pase de alguna cinta de vídeo puede proporcionar a los alumnos y alumnas información para confeccionar un póster explicativo.

Actividades para el alumnado

Actividad 1.1: *Visita a un mercado*

Seguro que has ido muchas veces al mercado acompañando a tus padres a comprar alimentos, pero ¿sabrías decir qué tipos de puestos hay y qué venden? ¿Te has fijado en que los alimentos o son seres vivos o están elaborados con productos procedentes de seres vivos? Vuelve a visitar un mercado y fíjate en estas cosas. Toma nota de ello.

Actividad 1.2: *Qué hemos visto en el mercado*

Intercambiar las informaciones que habéis recogido en el mercado con vuestros compañeros de grupo y rellenar el siguiente cuadro:

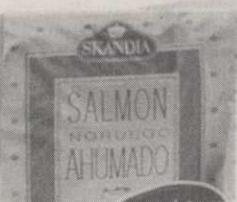
Tipos de tiendas	Alimentos que venden

Elegir uno de estos tipos de tiendas de manera que entre todos los grupos de la clase se elijan todos y confeccionar un póster en donde queden reflejados los alimentos que allí se venden, bien sea dibujándolos o recortándolos de anuncios publicitarios y pegándolos.

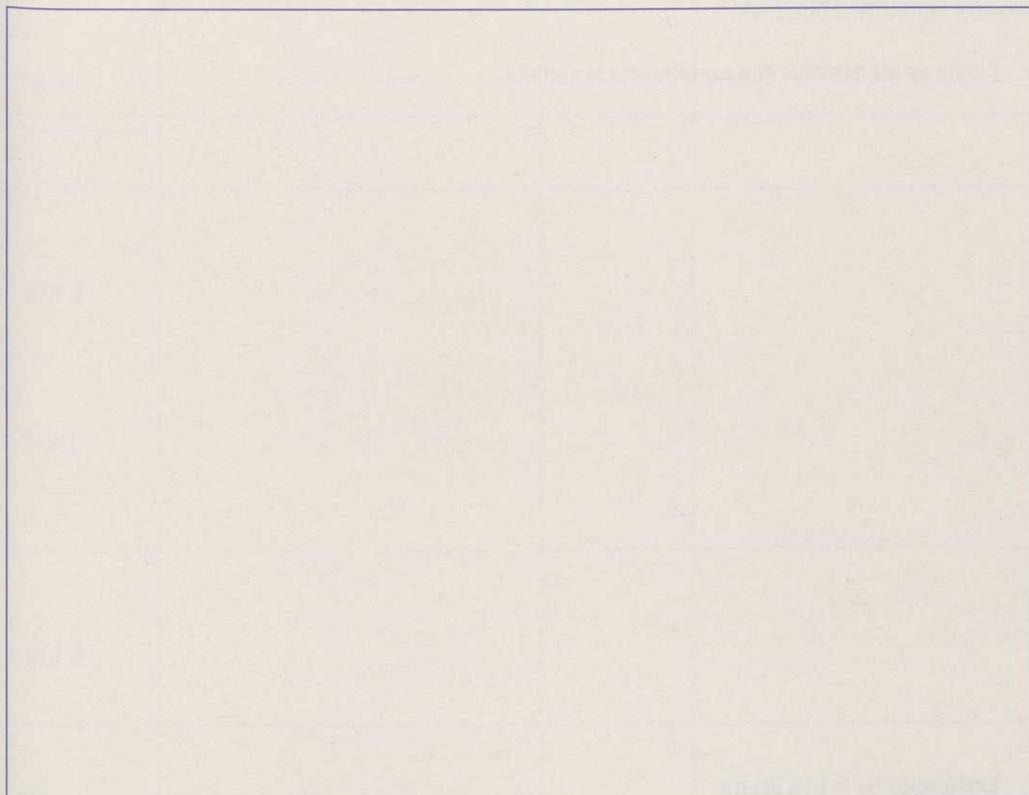
Capítulo 1:
“Los seres
vivos, base de
nuestra
alimentación”

Actividad 1.3: Los alimentos

En los pósters han quedado reflejados muchos de los alimentos que podemos adquirir en un mercado. Aquí tenéis unos cuantos más, caracterizados porque todos van envasados y han sufrido algún tipo de tratamiento para que lleguen en buenas condiciones al consumidor. De cada uno de estos productos decir qué alimento es, con qué se fabrica (ingredientes) y el procedimiento de conservación.

Alimento	Con qué se fabrica	Procedimiento de conservación
		
		
		
		
		
		
		

Los alimentos envasados llevan en sus etiquetas, además de la marca comercial y el producto del cual se trata, la fecha de caducidad, el procedimiento de conservación y los ingredientes, conteniendo muchos de ellos datos sobre los nutrientes y la energía que nos proporcionan. Recorta una etiqueta de cualquier alimento que consumas habitualmente y pégala. Localiza y señala todos estos datos.



El proceso de conservación que sufren muchos alimentos evita que éstos sean infectados por microbios (bacterias y mohos), que sean comidos por otros animales (ratas, moscas, cucarachas, etc.), o que sufran cambios al estar en contacto con el aire (humedad, oxidación, etc.).

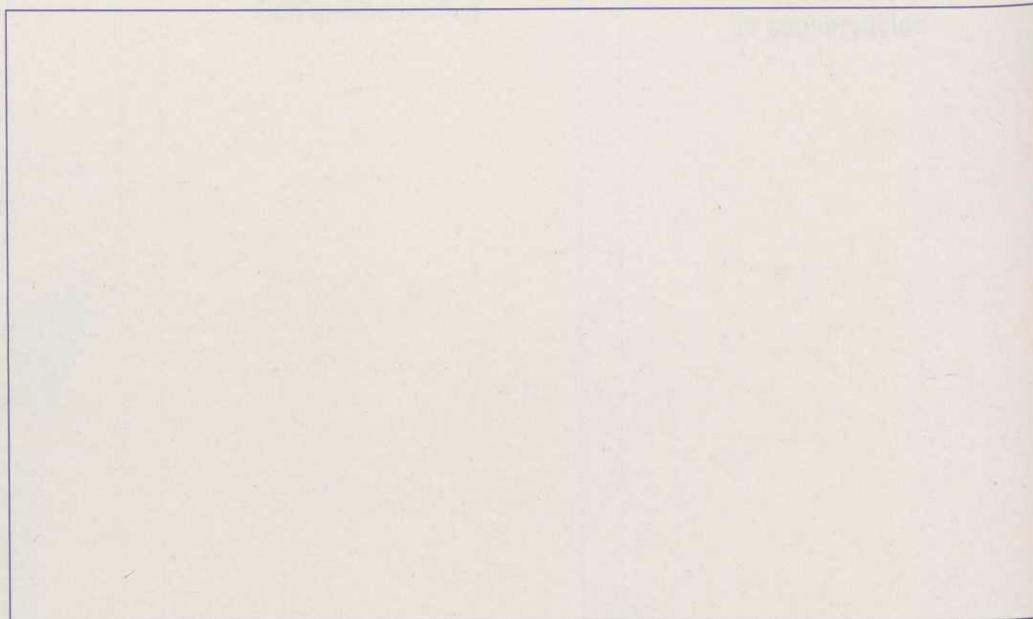
- ¿Qué nos indica la fecha de caducidad de un alimento?
- Si se deja un trozo de carne cruda al aire libre durante unos días huele mal y aparecen sobre ella unas larvas blancas; ¿sabes por qué? Emite una hipótesis sobre lo que crees que pasa.
- ¿Se te ocurre hacer alguna cosa para evitar que ocurra esto? Explícalo.
- Busca información sobre los diferentes procedimientos de conservación que has anotado en el cuadro y explica en qué consisten y qué evitan.
- ¿Conoces algún otro procedimiento de conservación? Consulta las etiquetas de los alimentos que tengas en casa.
- Seguro que en tu casa, bien sean tus padres o tus abuelos, han hecho en algún momento conservas con alimentos. Pregúntales de qué han hecho conservas y cómo las han hecho. Anótalo.

Actividad 1.4: Las semillas, un alimento muy utilizado

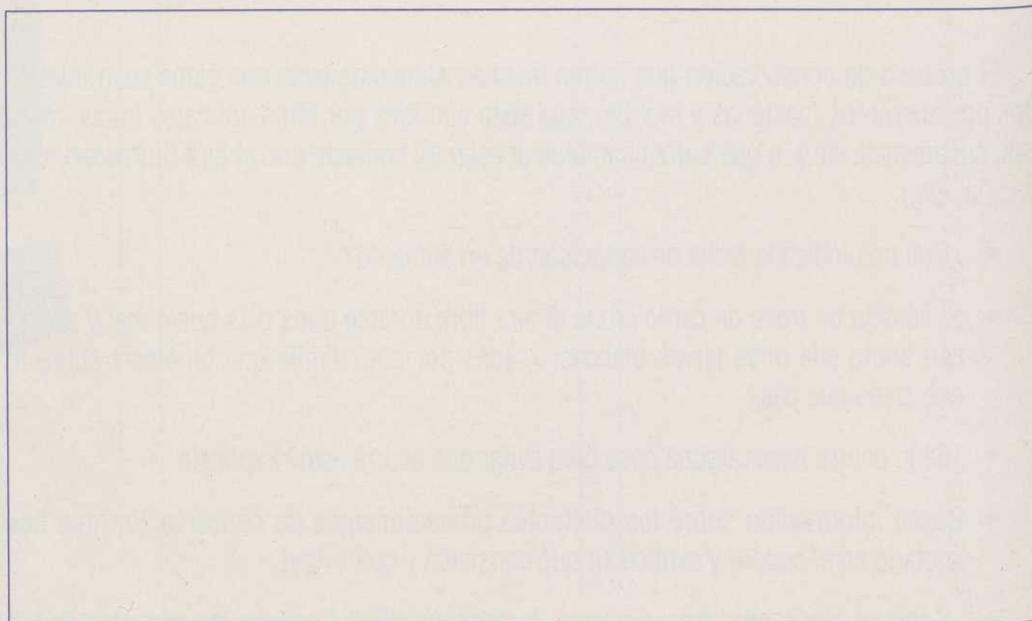
Cuando comemos guisantes, garbanzos, lentejas, pipas o nos ponemos aceite en la ensalada estamos utilizando una semilla procedente de una planta.

Seguramente alguna vez has puesto una semilla con un algodón húmedo en un bote y has observado qué ocurre. Coméntalo con tus compañeros y compañeras de grupo y rellena los siguientes cuadros:

Dibujo de los cambios que experimenta la semilla



Explicación de lo que ocurre



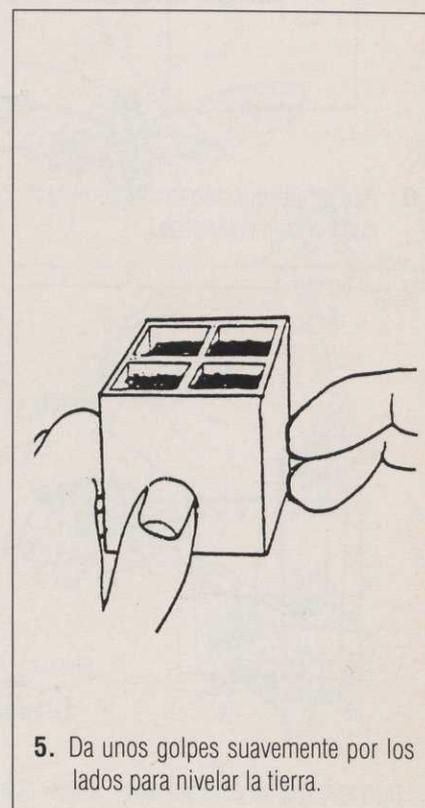
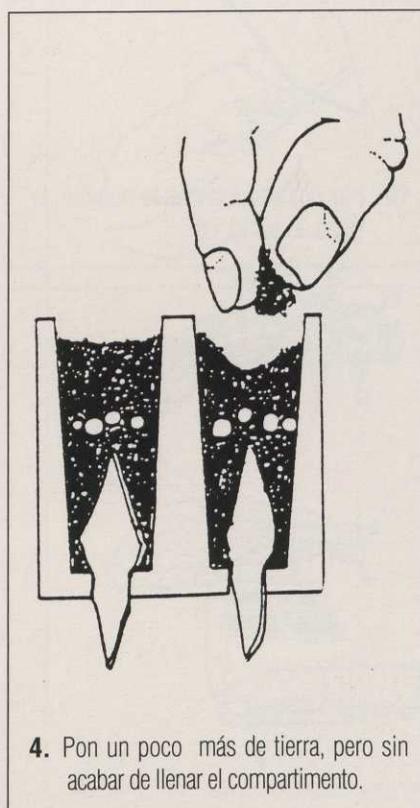
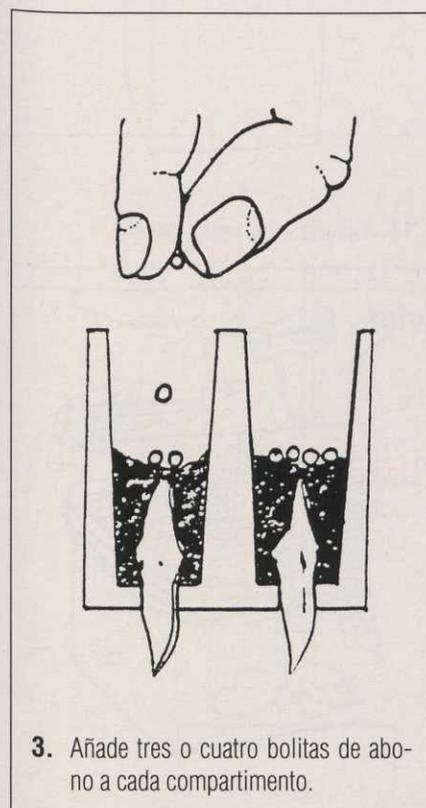
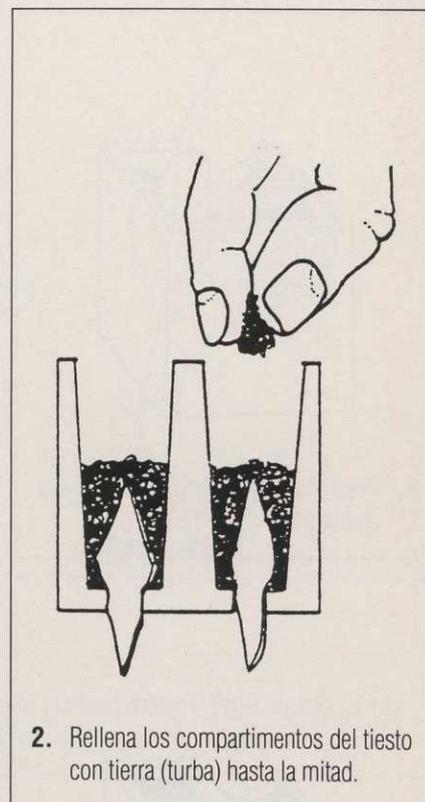
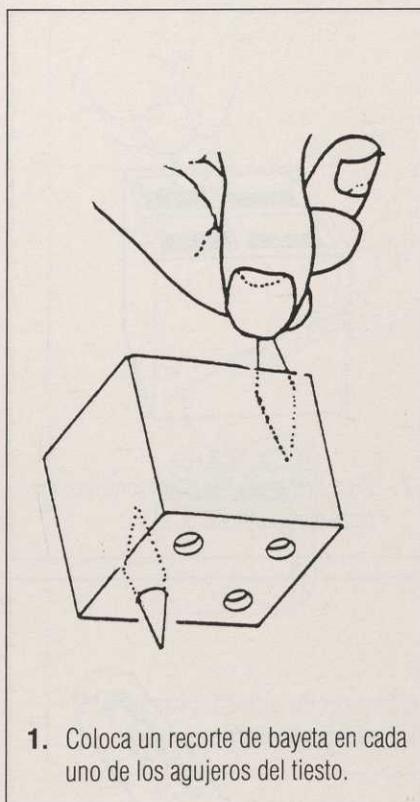
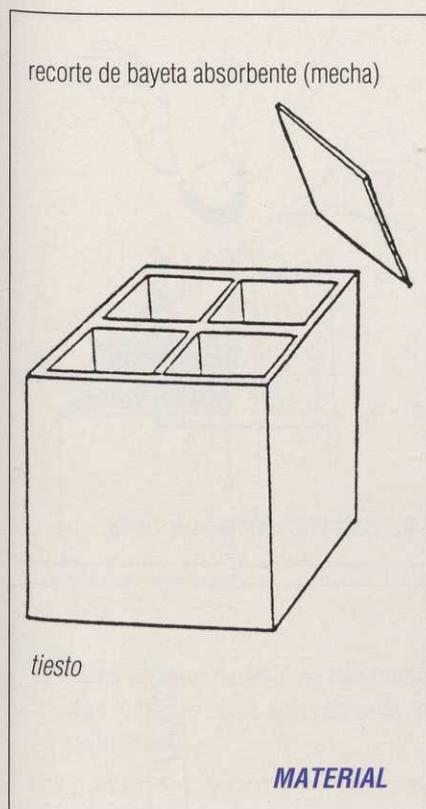
Vamos a comprobar qué ocurre realizando el experimento. Plantaréis y cultivaréis semillas de una planta llamada *Brassica rapa* siguiendo las instrucciones adjuntas. Habréis de hacer observaciones periódicas, cada cuatro días durante 32-36 días, hasta que se complete su ciclo vital, y tomar los datos que se indican en la ficha de observación.

N.º y día de observación	Labor que se ha hecho	Tamaño de la planta (cm)	Descripción de la planta
día 0 fecha: _____			
día 4 fecha: _____			
día 8 fecha: _____			
día 12 fecha: _____			
día 16 fecha: _____			

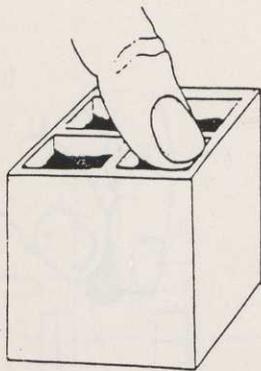


N.º y día de observación	Labor que se ha hecho	Tamaño de la planta (cm)	Descripción de la planta
<i>día 20</i> fecha: _____			
<i>día 24</i> fecha: _____			
<i>día 28</i> fecha: _____			
<i>día 32</i> fecha: _____			
<i>día 36</i> fecha: _____			

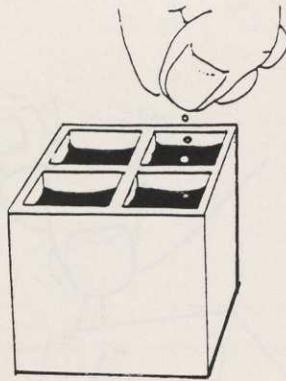
INSTRUCCIONES PARA LA SIEMBRA



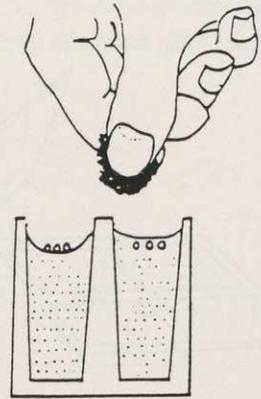
Tomado del **Proyecto SAPS** (Science and Plants for Schools). Traducido del inglés en el Centre de Documentació i Experimentació de Ciències. C/ Motors, 122. 08004 Barcelona. Tel.: 223 21 78. Fax: 223 20 80.



6. Presiona suavemente la superficie de la tierra.



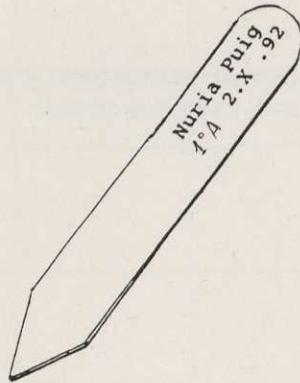
7. Siembra tres o cuatro semillas en cada compartimento.



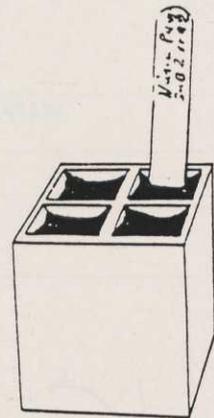
8. Cubre las semillas con tierra.



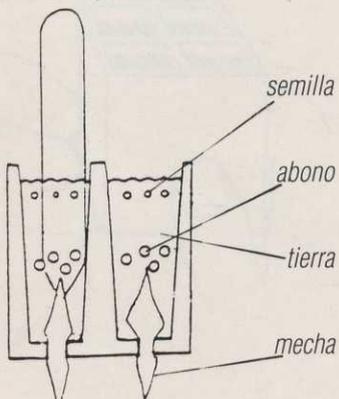
9. Asegúrate que todas las semillas queden bien enterradas.



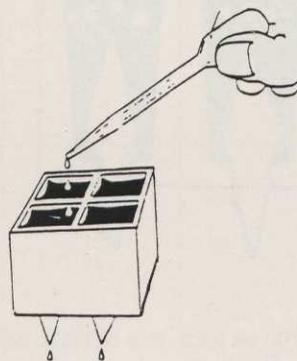
10. Haz una etiqueta con tu nombre, la fecha, el curso, etc.



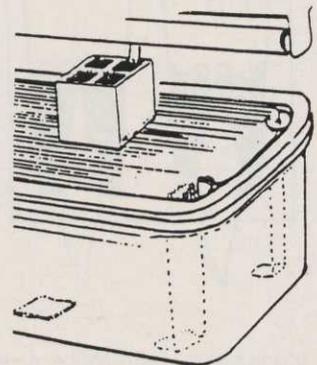
11. Clávala en el tiesto.



12. Sección del tiesto.

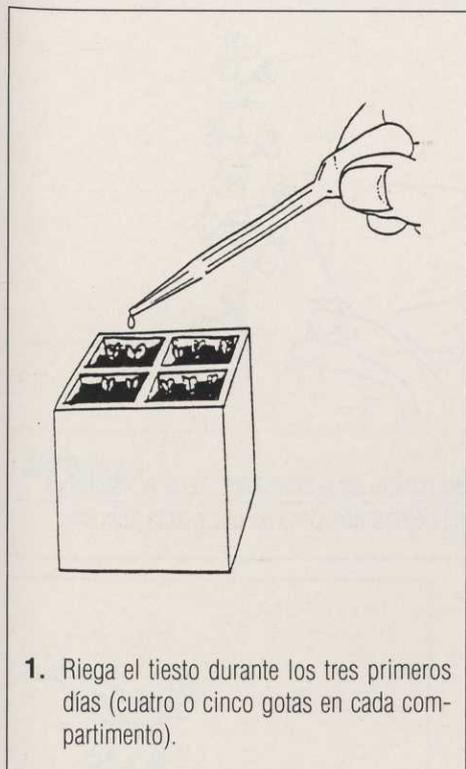


13. Riega con un cuentagotas hasta que la mecha gotee.

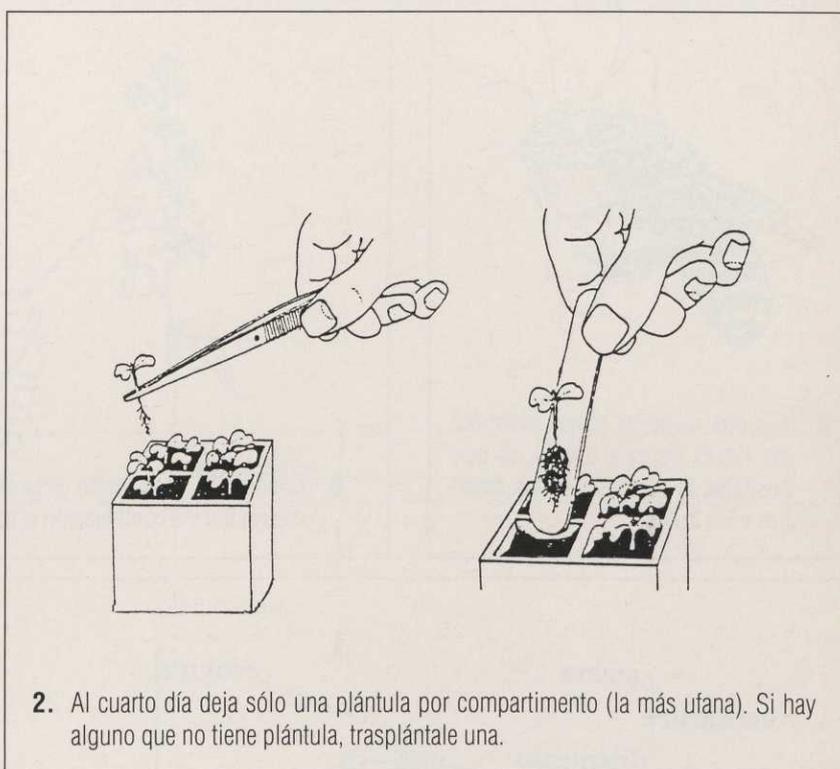


14. Coloca el tiesto sobre el depósito del agua, bajo la luz.

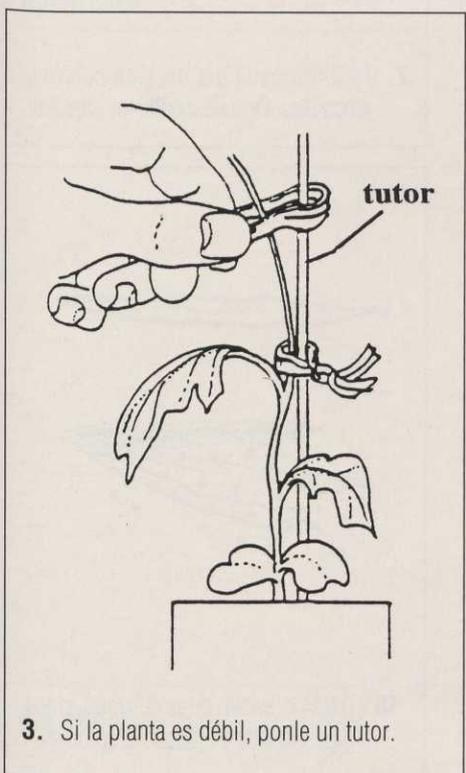
CULTIVO DE LA *BRASSICA RAPA*



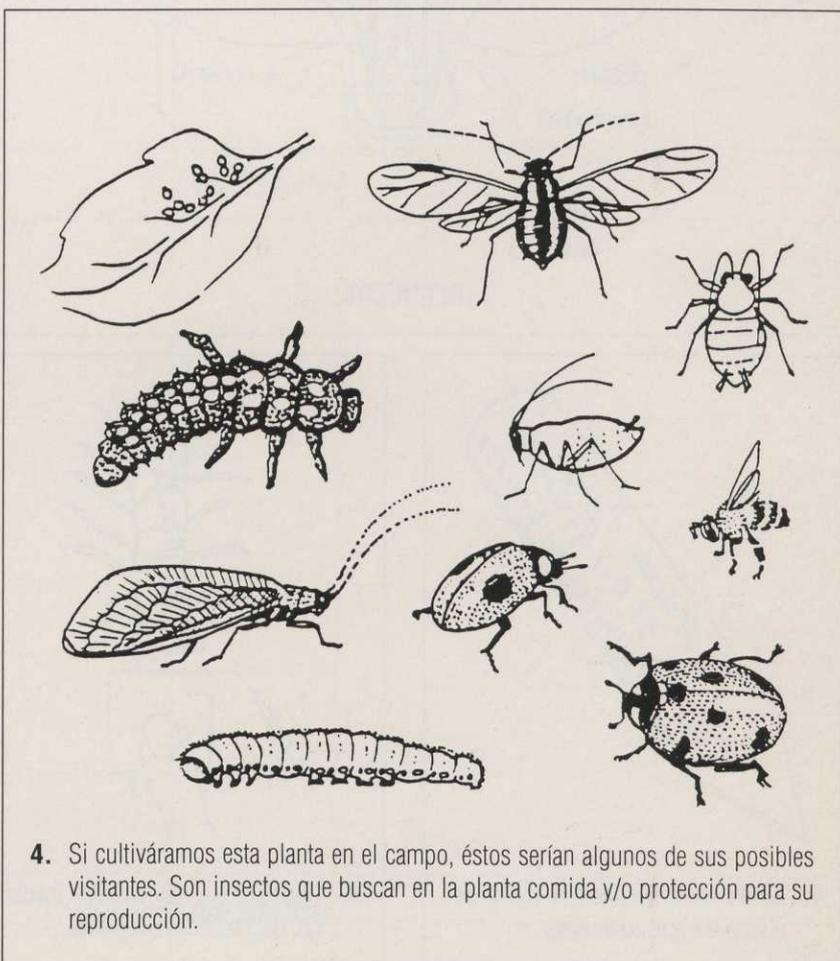
1. Riega el tiesto durante los tres primeros días (cuatro o cinco gotas en cada compartimento).



2. Al cuarto día deja sólo una plántula por compartimento (la más ufana). Si hay alguno que no tiene plántula, trasplántale una.



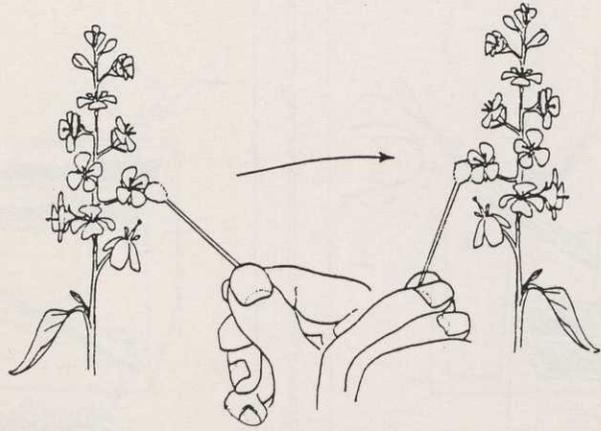
3. Si la planta es débil, ponle un tutor.



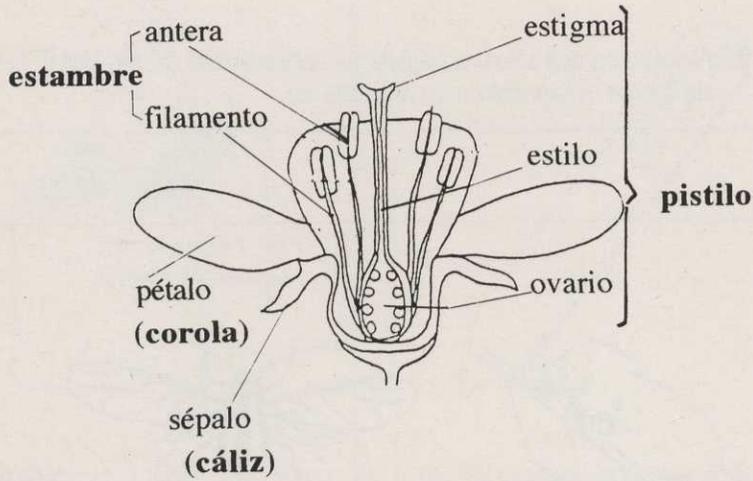
4. Si cultiváramos esta planta en el campo, éstos serían algunos de sus posibles visitantes. Son insectos que buscan en la planta comida y/o protección para su reproducción.



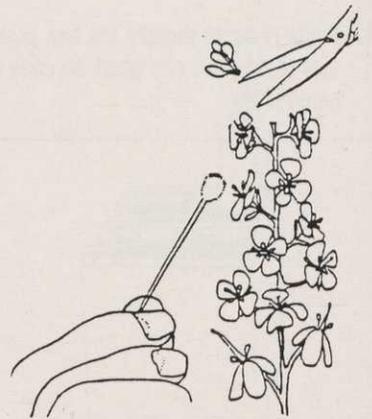
5. Algunos, como las abejas, polinizan las flores de esta planta, lo que posibilita la aparición de las semillas y los frutos.



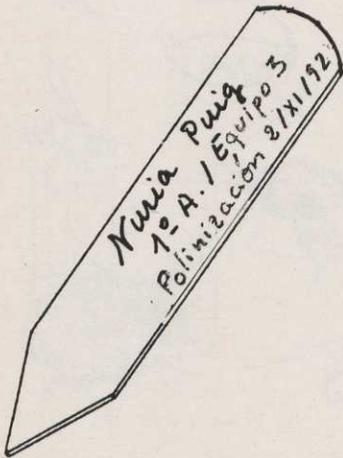
6. Cuando las flores estén desarrolladas habrás de polinizarlas. Toca el estambre de una flor y a continuación el estigma de otra flor, pero de una planta diferente.



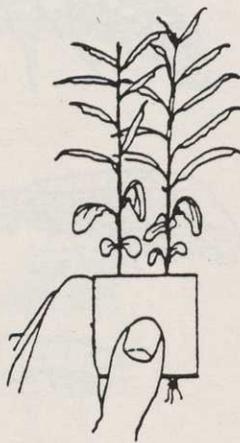
¡RECUERDA!



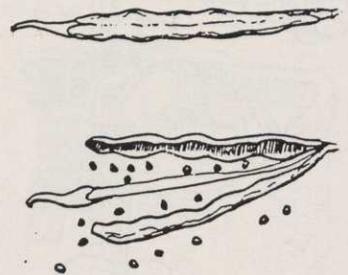
7. Poliniza cada día durante cuatro o cinco días. Después, corta los capullos.



8. Anota en la etiqueta la fecha del último día que polinizaste.



9. Cuando los frutos ya estén maduros (20 días después), córtalos.



10. Déjalos secar durante unos cinco días. Ábrelos y recoge las semillas.

Observación de la *Brassica rapa*: dibujos

día 0 /fecha: _____	día 4 /fecha: _____
día 8 /fecha: _____	día 12 /fecha: _____
día 16 /fecha: _____	día 20 /fecha: _____

día 24/fecha: _____	día 28/fecha: _____
día 32/fecha: _____	día 36/fecha: _____

Actividad 1.5: Semejanzas y diferencias

Cuando se va al mercado, generalmente se lleva un carrito para poner la compra. La persona que compra, el carrito y los alimentos que se compran tienen, aparentemente, pocas cosas en común, pero ¿es realmente así? Discute con tus compañeros de grupo las semejanzas y diferencias significativas que se puedan observar entre cualquiera de vosotros, el carrito de la compra, y dos alimentos, como por ejemplo una manzana y un trozo de jamón. Rellena el cuadro contestando *SÍ* o *NO*.

	PERSONA	MANZANA	CARRITO COMPRA	JAMÓN
<i>Se mueve</i>				
<i>Come</i>				
<i>Crece</i>				
<i>Proviene de individuos semejantes</i>				
<i>Es un ser vivo</i>				
<i>Ha sido parte de un ser vivo</i>				
<i>No es ni ha sido nunca un ser vivo</i>				

Consulta los datos anotados en el cuadro y responde a las preguntas:

- ¿Qué caracteriza a un ser vivo?
- ¿Qué diferencias hay entre la persona (ser vivo) y la manzana o el jamón (alimentos que han sido parte de un ser vivo)?
- ¿Qué semejanzas hay entre la persona (ser vivo) y la manzana o el jamón (alimentos que han sido parte de un ser vivo)?
- ¿Qué diferencias hay entre la persona (ser vivo) y el carrito de la compra (objeto sin vida)?
- ¿Qué semejanzas hay entre la persona (ser vivo) y el carrito de la compra (objeto sin vida)?
- ¿Podrías asegurar que el movimiento es una característica de los seres vivos? Razónalo.
- Anota tu definición de ser vivo (lee antes la información dada en la actividad *¿Qué es un ser vivo?*, en la página siguiente).

Información 1.1. ¿Qué es un ser vivo?

Si nos hablan de un *ser vivo* todos entendemos enseguida la idea y, en general, nos imaginamos una planta o un animal; pero ¿qué tienen en común todos los seres vivos?, ¿qué los diferencia?, ¿qué diferencias hay entre los tomates o la merluza que podemos adquirir en el mercado y los que se encuentran en su medio natural?, ¿en qué se parecen una persona y un manzano?

Los seres vivos manifiestan *vida*, es decir, realizan unas funciones exclusivas de ellos a las que denominamos *funciones vitales* y que son las *funciones de nutrición, relación y reproducción*.

Todo ser vivo se reproduce, es decir, un ser vivo procede siempre de otro u otros seres vivos a los cuales se parece. Así, un pollito que nace de un huevo es hijo de un gallo y una gallina, y un manzano sale de la semilla de una manzana, fruto que se ha formado en un manzano semejante al que sale de la semilla.

Todo ser vivo se nutre, es decir, un ser vivo necesita tomar del exterior sustancias que al transformarlas se convierten en su propia materia y le proporcionen energía, permitiéndole crecer, desarrollarse y mantener la vida.

Un ser vivo es capaz de notar el frío y el calor, la humedad y la sequedad, la luz y la oscuridad del medio donde vive, así como muchos otros factores ambientales, pudiendo, de alguna manera, reaccionar ante ellos y establecer una relación entre ese ser vivo y el medio. Así, las plantas crecen hacia la luz, los reptiles se aletargan en invierno esperando que pase el frío y las golondrinas migran durante la época fría en busca de lugares más cálidos.

La materia que forma los seres vivos recibe el nombre de *materia viva*, y de ella forman parte sustancias como los azúcares, las proteínas y las grasas que sólo se encuentran en los seres vivos, pero también hay agua y sales minerales, como el cloruro sódico, idénticas a las que podemos encontrar al abrir el grifo o en el salero de nuestra cocina.

La organización de la materia viva da lugar a unas estructuras que llamamos *células*. Todos los seres vivos están formados por células, bien sea por una sola (*unicelulares*) o por varias (*pluricelulares*). Las células ya realizan las funciones vitales, es decir, las células se nutren, se relacionan y se reproducen.

Las células y los seres vivos unicelulares no son visibles a simple vista. Para observarlos se necesita un microscopio.

La mayoría de los seres vivos pluricelulares son visibles a simple vista. Sus células se agrupan formando *órganos*. Así, la lechuga que comemos en la ensalada y la pechuga de pollo que nos comemos a la plancha no son más que órganos (hojas y músculos pectorales, respectivamente) de dos seres vivos: la planta de la lechuga y el pollo.

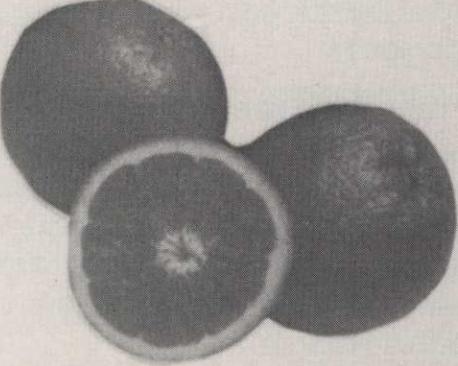
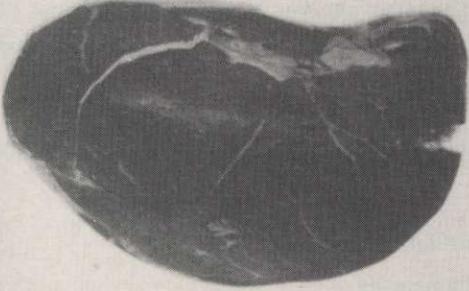
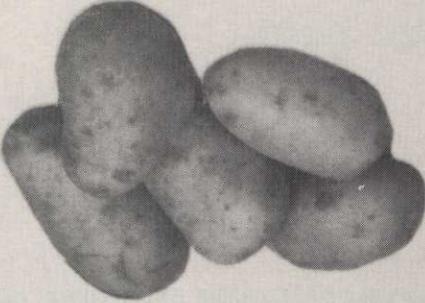
Actividad 1.6: Relaciona

Construye un mapa conceptual con las palabras que aparecen en letra *cursiva* en el texto anterior: *¿Qué es un ser vivo?*

Actividad 2.1: La torre de Babel

Ir al mercado fuera de nuestro lugar habitual de residencia puede representar un problema. ¿Cómo pedirías naranjas, un filete de ternera o patatas en un mercado de París, Londres o Munich?

Capítulo 2: “La clasificación de los seres vivos”

	<i>Francés</i>	<i>Inglés</i>	<i>Alemán</i>
			
			
			

- Imagínate que eres el vendedor de una verdulería y que un turista sudamericano te pide duraznos; ¿sabrías qué darle?
- ¿Se te ocurren algunas soluciones que permitiesen poder entenderse en un mercado sin conocer el idioma propio del país? Explícalas.
- Indica cómo podrías averiguar el nombre de una planta o de un animal que desconoces.

Actividad 2.2: El nombre de los seres vivos

Un problema semejante al que se nos plantea al tener que ir a comprar a un mercado extranjero desconociendo el nombre de los alimentos que queremos comprar se planteó a los primeros científicos que se dedicaron al estudio de los seres vivos. Había muchos y muy diferentes. Para poder estudiarlos había que reconocer a todos aquellos que eran iguales y darles, lo primero de todo, un nombre. Todos los seres vivos que se parecen mucho entre sí y que se pueden reproducir entre ellos, siendo los hijos semejantes a los padres, se agruparon dentro de la misma *especie*, pero las diferencias idiomáticas hacían que el mismo animal o la misma planta tuviesen nombres distintos según el lugar o, a veces, animales y plantas muy diferentes recibían el mismo nombre.

Había que unificar de alguna manera cómo nombrar a los seres vivos. Fue Carl Linneo, botánico sueco del siglo XVIII, quien en 1758 propuso utilizar dos nombres escritos en latín para designar a cada especie de ser vivo. El primer nombre, al que designó como *nombre genérico*, sería común para todas aquellas especies de seres vivos que se parecen entre sí, pero no pueden reproducirse entre ellos. El segundo, el *nombre específico*, es característico de cada especie. Ambos nombres se escriben subrayados o con letra diferente, con la inicial del género en mayúscula y la de la especie en minúscula.

Actualmente se sigue utilizando esta nomenclatura, denominada binomial, para designar a cada especie de ser vivo. Así, el pepino es el *Cucumis sativus*, el mejillón es el *Mytilus edulis* y el limón es el *Citrus limonum*. Cualquier científico, sea cual fuere su idioma, sería capaz de identificar estos seres vivos por su nombre científico.

- El siguiente listado muestra los nombres científicos de algunos seres vivos que podemos adquirir en un mercado:

Patata: *Solanum tuberosum*.

Melocotón: *Prunus persica*.

Zanahoria: *Daucus carota*.

Conejo: *Oryctolagus cuniculus*.

Averigua el nombre científico de:

Merluza:

Almendro:

Tomate:

¿Hay algunos que tengan el mismo nombre genérico? Di cuáles son. ¿Sabrías explicar qué significa?

¿Has visto alguna vez un almendro? ¿Y un melocotonero? Como ves, tienen el mismo nombre genérico. Consulta algún libro que trate de ellos y descríbelos, haciendo un listado con las semejanzas y diferencias que presenten en sus órganos visibles (parte de tronco y ramas, hojas, flores y frutos).

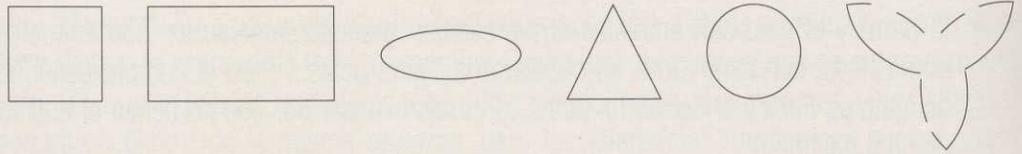
- Seguro que en más de una ocasión has comido boquerones y anchoas. El nombre científico de ambos peces es *Engraulis encrasicolus*. ¿Qué podrías decir sobre los boquerones y las anchoas sabiendo esto?
- La especie humana es una más de las muchas que habitan la biosfera. ¿Sabes cuál es su nombre científico? Consúltalo.

- Los arqueólogos han descubierto restos fósiles de antepasados nuestros que vivieron hace medio millón de años. Sabiendo que han sido designados como *Homo habilis*, *Homo erectus* y *Homo neanderthalensis*, ¿se podría decir que pertenecen a nuestra misma especie? ¿Por qué?
- El perro y el gato son animales que presentan grandes semejanzas: son animales domésticos, son carnívoros, se desplazan a cuatro patas... Pero el nombre genérico del gato es *Felix* y el del perro *Canis*. ¿Podrías explicar por qué no tienen el mismo nombre genérico?

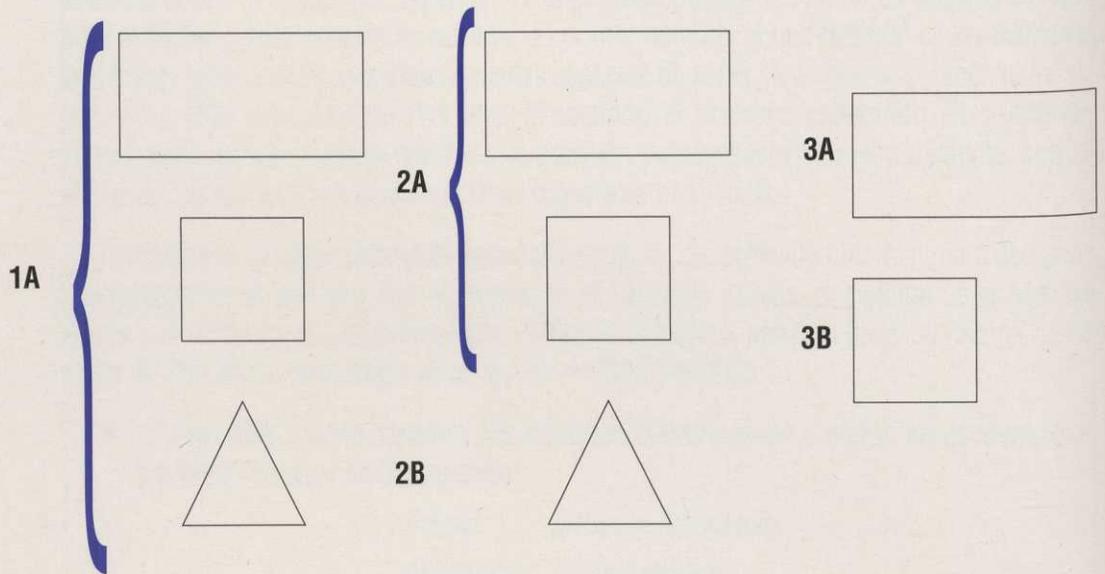
Explica con tus propias palabras lo que has aprendido sobre qué es una especie:

Actividad 2.3: ¿Quién es quién?

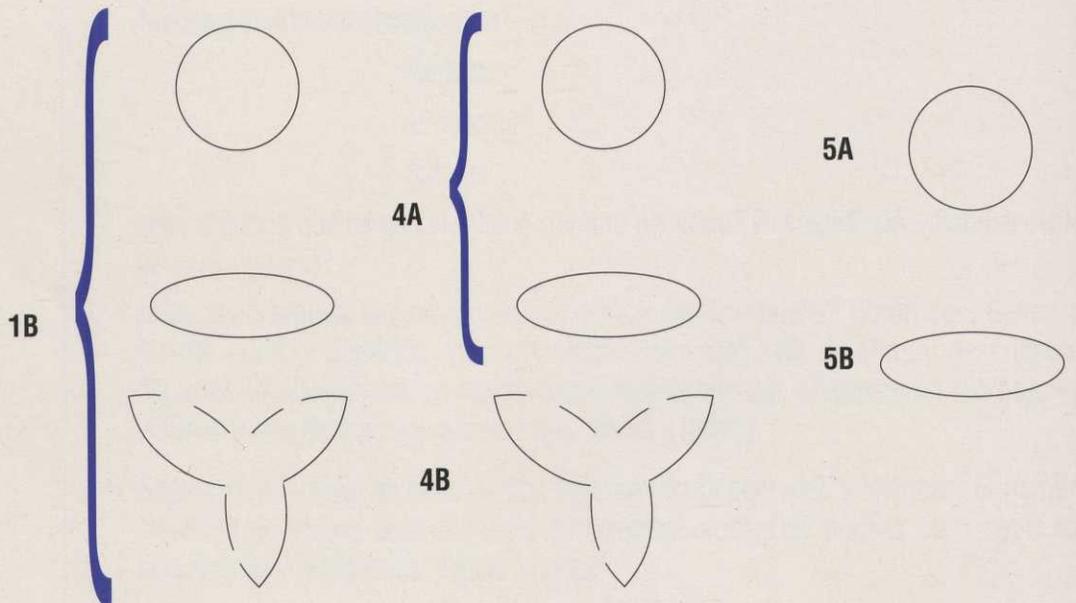
Observa estas figuras. Seguro que las reconoces. Ponle un nombre a cada una de ellas.



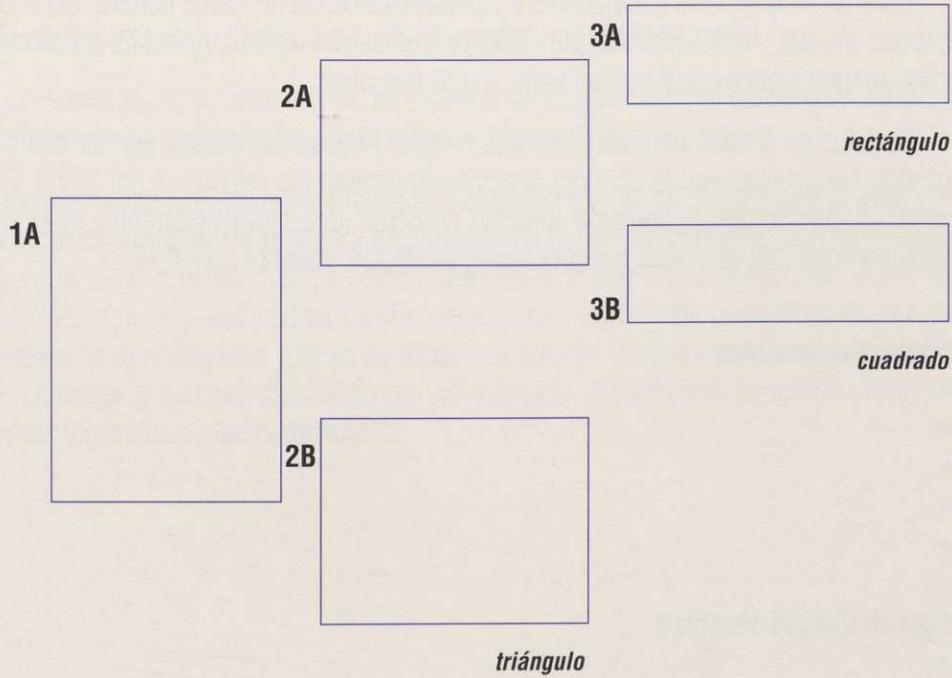
Alguien se ha dedicado a ordenarlas y ha hecho la siguiente clasificación, pero se ha olvidado de anotar los criterios que ha utilizado para clasificarlas:



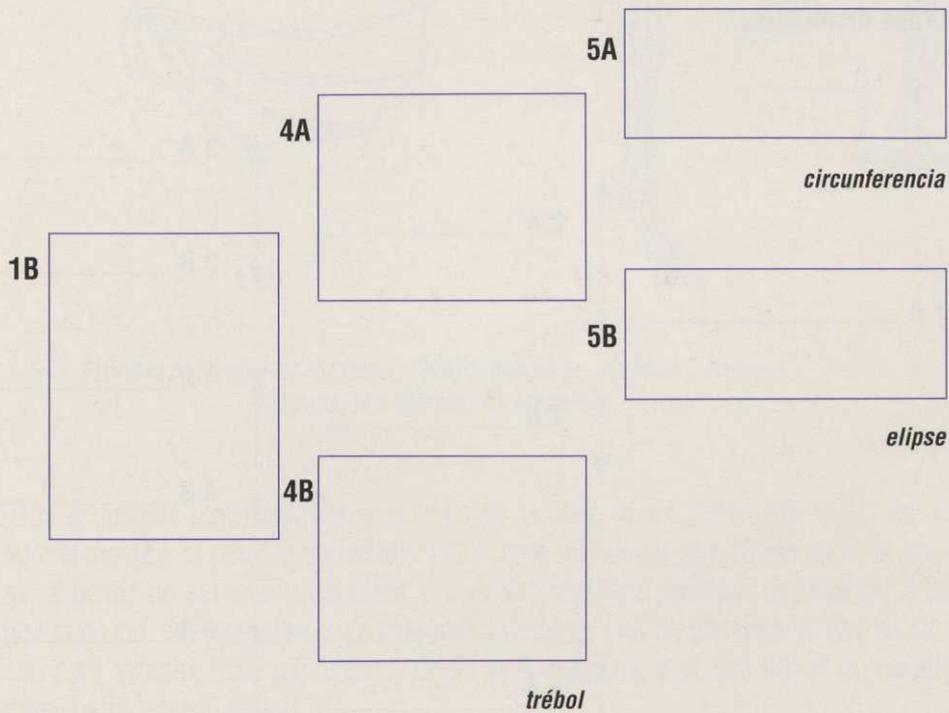
FIGURAS
GEOMÉTRICAS



Analiza esta clasificación y anota en los recuadros cuáles crees que son los criterios utilizados.



FIGURAS
GEOMÉTRICAS



Si no conocieras el nombre de estas figuras geométricas podrías averiguarlo eligiendo entre los diferentes criterios que te ofrece esta tabla que acabas de construir. Este tipo de tabla recibe el nombre de **clave dicotómica** porque siempre hay que elegir entre dos alternativas. Hay claves dicotómicas que nos permiten averiguar a qué grupo pertenecen las diferentes especies de seres vivos y cuál es su nombre. Para construirlas se han establecido unos criterios de clasificación, al igual que has hecho tú para clasificar las figuras geométricas.

Actividad 2.4: Criterios de clasificación

Echa un vistazo a tus compañeros y compañeras de clase. Todos pertenecéis a la misma especie animal, *Homo sapiens*, pero seguro que entre vosotros detectáis muchas diferencias, aunque algunos se parezcan entre sí más que otros.

Dividíos en grupos de trabajo de seis o siete. Poneos cada uno/a un nombre supuesto (podéis elegir nombres de cómics) que sólo conocerán los miembros del grupo. Fijaos en vuestras características físicas e intentad construir una clave dicotómica que, eligiendo siempre entre dos opciones, permita averiguar vuestro nombre supuesto.

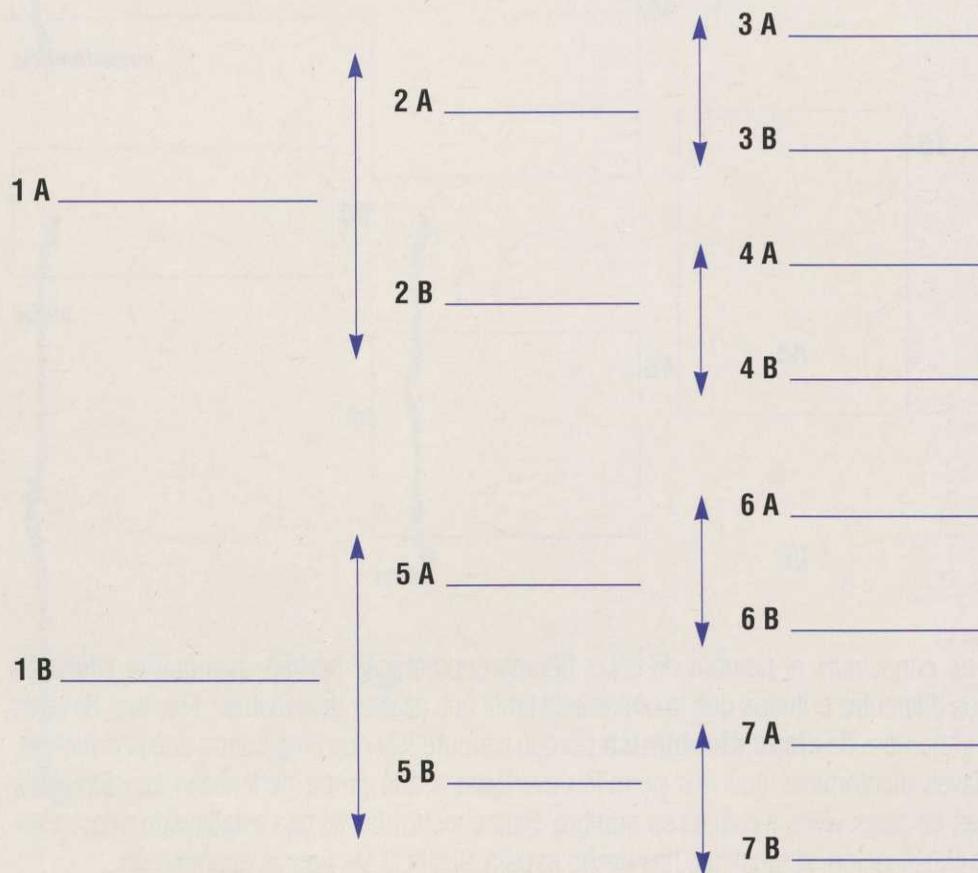
Nombres supuestos

-
-
-
-
-

Características elegidas

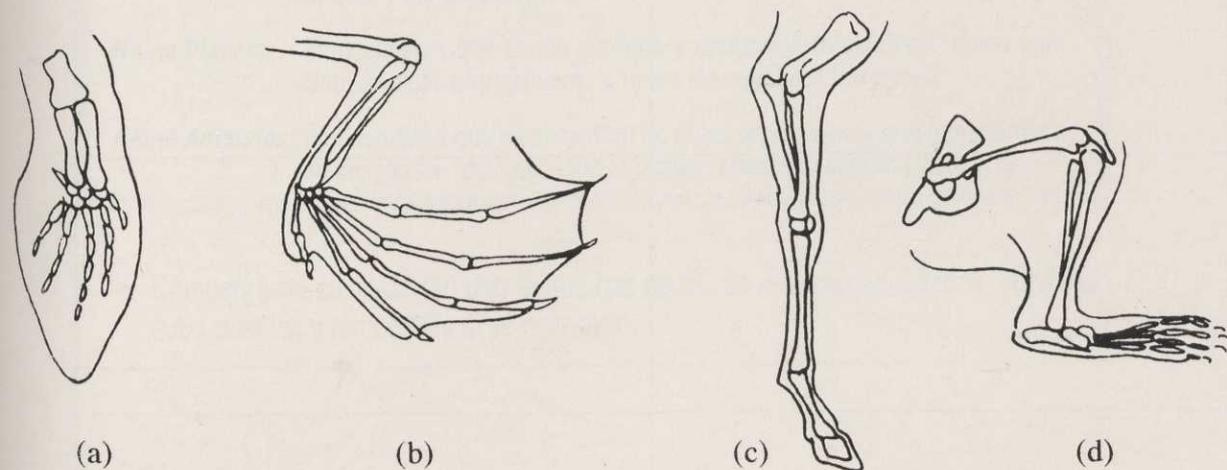
-
-
-
-

Clave dicotómica:



- Intercambiad entre los grupos las claves dicotómicas construidas y averiguar el nombre supuesto de vuestros compañeros.
- Si en algún caso no podéis averiguar el nombre, indicad por qué.
- ¿Os servirían estas tablas dentro de cuarenta años para saber el nombre de vuestros compañeros o compañeras, si por casualidad os volvéis a encontrar?

Las características utilizadas para hacer una clasificación de los seres vivos se denominan **caracteres sistemáticos** y para elegirlos se ha considerado el grado de parentesco que hay entre ellos. Cuanto más parecidos sean entre sí dos seres vivos, más grado de parentesco tendrán. A veces cuesta mucho determinar el grado de parentesco porque la forma externa es muy diferente y se ha de recurrir al estudio de la forma interna, a los antepasados comunes o a etapas del desarrollo embrionario. Actualmente se aplican técnicas bioquímicas y genéticas para establecerlo.



Fuente: A. ARREGUI, et al. (1991). *Ciencias Naturales. Citología y Zoología*. Vilasar de Mar (Barcelona): Oikos-Tau.

- Estos esquemas representan el esqueleto de la aleta de un delfín (*a*), el ala de un murciélago (*b*), la pata de un caballo (*c*) y la de un conejo (*d*). Todos estos animales, a pesar de ser muy diferentes y vivir en distintos medios, pertenecen a un mismo grupo: son mamíferos. La anatomía interna es uno de los factores que ha servido para establecer su parentesco. Observa el esquema y di qué tienen en común estas cuatro extremidades.
- Una clasificación que se hizo en la Edad Media agrupaba a las plantas en útiles, perjudiciales e innecesarias, y consideraba que todos los vertebrados marinos eran peces. ¿Crees que es acertada la elección de los caracteres sistemáticos para hacer esta clasificación? Explícalo.
- De las tablas dicotómicas que habéis confeccionado, haced un listado con los caracteres que podríamos considerar sistemáticos y otros con los que no.

Actividad 2.5: Volviendo a los pósters

Fijaos en los seres vivos representados en los pósters del mercado e intentad clasificarlos, es decir, agrupar los que tengan características comunes. Anotad cuáles son estas características. Si conocéis otros seres vivos semejantes a los que habéis agrupado, pero que no se encuentren en un mercado, anotadlo también incluyéndolos en la clasificación.

Grupos	Nombres de los seres vivos	Características comunes
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Actividad 2.6: Los cinco reinos

La agrupación de los seres vivos en dos reinos, *Animales* y *Vegetales*, fue válida durante muchos siglos, pues prácticamente todos los seres vivos visibles a simple vista podían agruparse en uno u otro reino. El descubrimiento del microscopio y su utilización para el estudio de los seres vivos permitió conocer la existencia de unos seres vivos muy pequeños, no visibles a simple vista y que no respondían a las características ni de los vegetales ni de los animales, con lo cual se tuvo que modificar la clasificación.

Hoy en día se considera que los seres vivos conocidos se pueden clasificar en cinco grupos o reinos basándose en el número de células que poseen, en la complejidad de éstas y en la manera de nutrirse:

Reino Móneras: unicelulares muy sencillos. Son las bacterias.

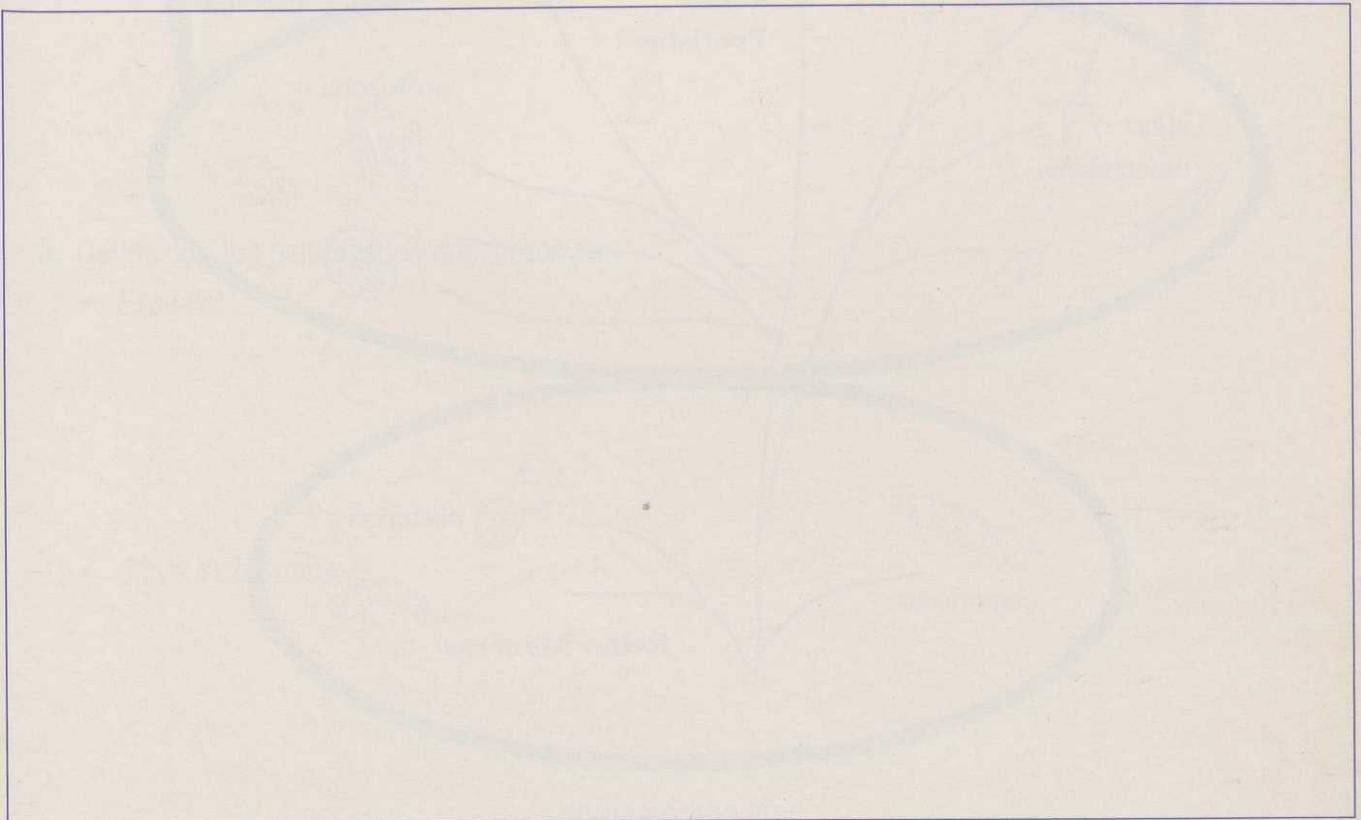
Reino Protistas: unicelulares más complejos. Son los protozoos y las algas unicelulares.

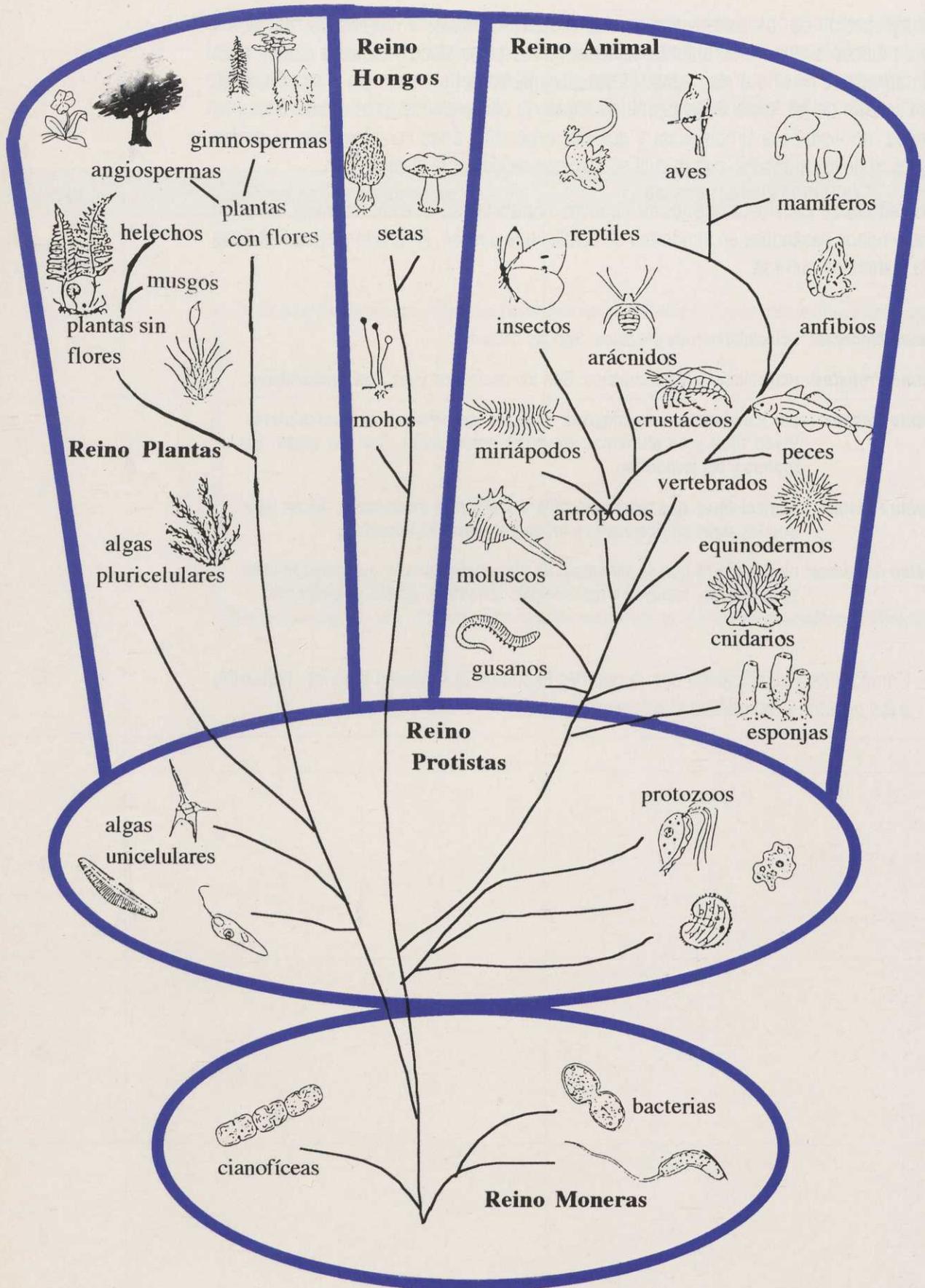
Reino Hongos: pluricelulares en su mayoría, aunque también los hay unicelulares. Viven fijos y se alimentan de otros seres vivos. Son las setas, los mohos y las levaduras.

Reino Plantas: pluricelulares que tienen clorofila y realizan la fotosíntesis. Viven fijos. Son las algas pluricelulares y todos los vegetales terrestres.

Reino Animales: pluricelulares que se alimentan de otros seres vivos y que generalmente se desplazan. Incluyen a los animales terrestres, aéreos y acuáticos.

- Compara esta clasificación con la que has hecho en la actividad anterior, *Volviendo a los pósters*, y remodelala si es necesario.





LOS CINCO REINOS

Actividad 2.7: ¿Lo hemos aprendido?

1. Explica cómo han resuelto los científicos el problema de poder identificar un ser vivo inequívocamente, aun hablando diferentes idiomas.

2. ¿Sería un buen criterio sistemático utilizar el peso de un individuo para clasificarlo? Razónalo.

3. Define con tus palabras los conceptos de:

- *Especie:*

- *Clave dicotómica:*

Capítulo 3: Actividad 3.1: Clasificando en el puesto de pescado

“Los animales”

Trabajo de laboratorio

1. ¿A qué grupo pertenecen?

- **Material:**

Bandeja con diferentes animales que se pueden adquirir en una pescadería.

- **Procedimiento:**

- Agrupar los animales más parecidos entre sí, anotando sus características y su nombre si se conoce.
- Utilizando una clave dicotómica averiguar el nombre de los diferentes grupos.

Nombre de los animales que agrupas	Características	<i>Nombre del grupo</i>

Si conoces otros animales semejantes a éstos, añádelos. Haz lo mismo con las características que conozcas de los animales de estos grupos, pero que no hayas observado en estos ejemplares.

Para averiguar el nombre de los diferentes grupos, usad esta tabla dicotómica:

1. a)	Con esqueleto interno (huesos o espinas) y orificios respiratorios externos (nariz)	continuar en 2
b)	Sin orificios respiratorios externos	continuar en 6
2. a)	Respira en el aire	continuar en 3
b)	Respira en el agua mediante branquias	peces
3. a)	Cuerpo cubierto de pelo	mamíferos
b)	Sin pelo	continuar en 4
4. a)	Cuerpo cubierto de plumas	aves
b)	Sin plumas	continuar en 5
5. a)	Con escamas recubriendo el cuerpo	reptiles
b)	Sin escamas y con la piel suave y húmeda	anfibios
6. a)	Con esqueleto externo	continuar en 7
b)	Sin esqueleto externo	continuar en 11
7. a)	Cuerpo segmentado (con anillos externos visibles)	continuar en 8
b)	Cuerpo no segmentado	continuar en 10
8. a)	Cuerpo dividido en tres partes, con tres pares de patas articuladas	insectos
b)	Cuerpo dividido en dos partes	continuar en 9
9. a)	Cuatro pares de patas articuladas	arácnidos
b)	Cinco pares de patas articuladas	crustáceos
10. a)	Con concha de carbonato cálcico	moluscos
b)	Animales esféricos con púas o en forma de estrella	equinodermos
11. a)	Cuerpo segmentado, con anillos visibles externamente	anélidos
b)	Cuerpo no segmentado	otros invertebrados

Consultando la tabla dicotómica, responded a las siguientes cuestiones:

- Peces, mamíferos, aves, anfibios y reptiles son **vertebrados**. ¿Qué características comunes tienen todos ellos?
- Los restantes animales son **invertebrados**, es decir, animales sin esqueleto interno, pero algunos de ellos tienen un esqueleto externo. ¿Cuáles?
- De los animales que tienes en la bandeja, di cuáles son vertebrados y cuáles son invertebrados.
- Los peces que compramos en el mercado pueden ser “pescado blanco” o “pescado azul”. ¿Qué quiere decir esto?

Actividad 3.2: ¿Cómo es un pez?

Seguro que si te dijeran en este momento “*dibuja un pez*” no tendrías ningún problema para hacerlo; pero ¿son todos los peces iguales?, ¿qué tienen en común todos ellos? Vamos a estudiarlo.

Trabajo de laboratorio

- **Material**

Bandeja con un pez, tijeras, pinzas, recipiente con agua.

- **Procedimiento:**

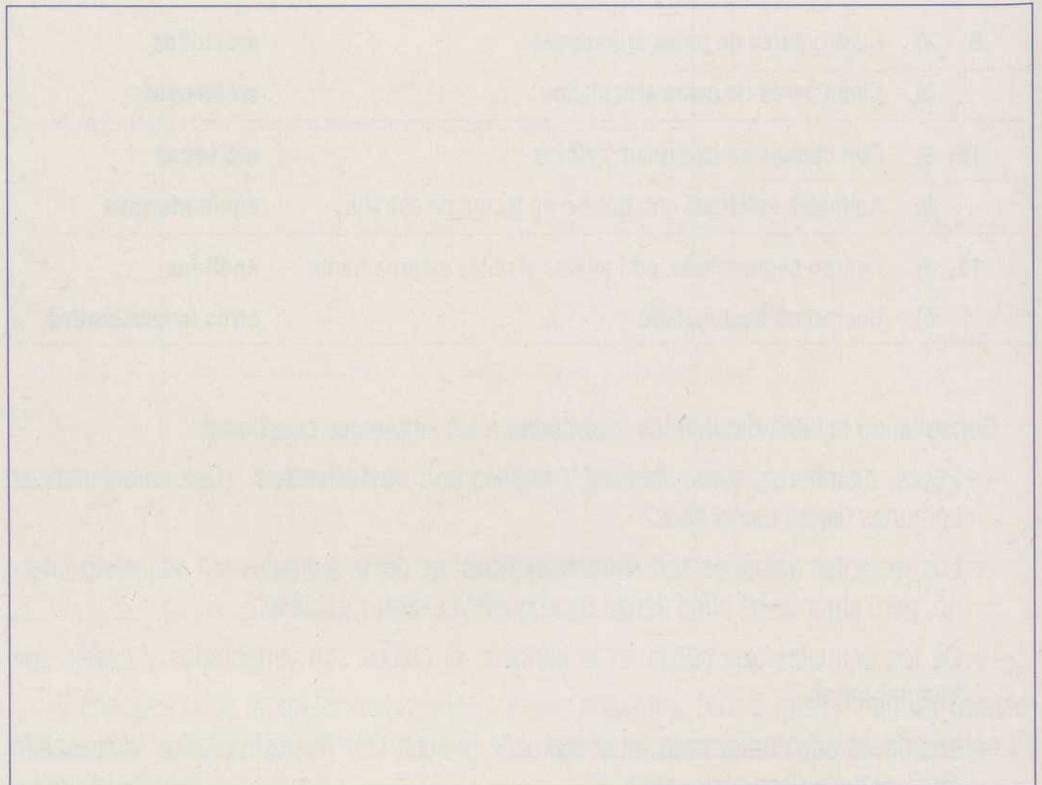
Llenado de la ficha de observación para el estudio de la anatomía.

Ficha de observación

Descripción:

- *Forma.*
- *Color.*
- *Medidas.*
- *Partes que puedes distinguir.*
- *Estructuras que se pueden encontrar en la cabeza.*
- *Aletas.*
- *Escamas: disposición y localización.*
- *Opérculo: situación y función.*
- *Orificio ano-genito-urinario: localización.*

Dibujo en el que queden reflejadas las características descritas.



Con ayuda de las pinzas, abridle la boca y observad los labios, los dientes y la lengua. Describidlos.

¿Cuál creéis que es su tipo de alimentación? Justificadlo. ¿Observáis alguna adaptación al medio en el pez que estáis observando? Explicadlas.

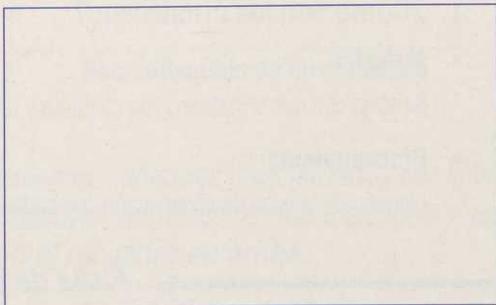
Los peces respiran por branquias, que son unas estructuras filiformes en donde se intercambian el oxígeno y el dióxido de carbono. Levantad el opérculo y localizad las branquias.

– *Describidlas (podéis cortar una y sumergirla en un recipiente con agua para observarla mejor) y dibujadlas.*

– *Emitid una hipótesis de por qué creéis que son de un color rojo tan intenso.*

– *Abrid la boca del pez e introducid un lápiz por ella. Comprobad que sale por el opérculo.*

– *Si habéis visto nadar a un pez, habréis observado que normalmente mientras nada va abriendo y cerrando la boca. ¿Sabrías decir por qué?*



Branquia

Si la branquia que habéis dibujado la viésemos más aumentada, con un microscopio, observaríamos que por su interior circulan numerosos vasos sanguíneos. En la branquia el dióxido de carbono que porta la sangre sale al agua y de ésta entra en la sangre el oxígeno. Por ello, el agua que baña a las branquias se ha de mover e ir renovando continuamente.

En la cabeza los peces tienen encima de la boca orificios nasales. ¿Creéis que les sirven para respirar? Justificadlo.

Características de los peces

Al comparar las fichas de observación de los diferentes equipos podemos decir que todos los peces tienen:

- El cuerpo dividido en partes, que son y recubierto de
- aletas, pares, que son las y las, y impares, que son la, la y la
- Branquias cubiertas por el y comunicadas con la.....
- La forma y el color de los peces son una Así, el lenguado vivirá en y la sardina vivirá en.....

¡ATENCIÓN! *Lavad el material del laboratorio que habéis utilizado y secadlo bien para que no se oxide. Dejad de nuevo el laboratorio limpio y ordenado.*

Actividad 3.3: *Los mariscos*

¿Quién no ha comido alguna vez marisco? Todos hemos disfrutado alguna vez comiendo almejas, gambas, ostras, cigalas, langostinos o mejillones. Son, desde el punto de vista comercial, marisco, pero ya hemos visto al clasificarlos anteriormente que todos estos animales pertenecen a dos grupos diferentes: crustáceos y moluscos. Vamos a estudiar sus características.

Trabajo de laboratorio

1. ¿Cómo son los crustáceos?

- **Material:**

Bandeja con dos crustáceos (un cangrejo y una cigala, por ejemplo), pinzas y tijeras.

- **Procedimiento:**

Llenado de la ficha de observación con cada uno de los ejemplares.

Ficha de observación

Descripción:

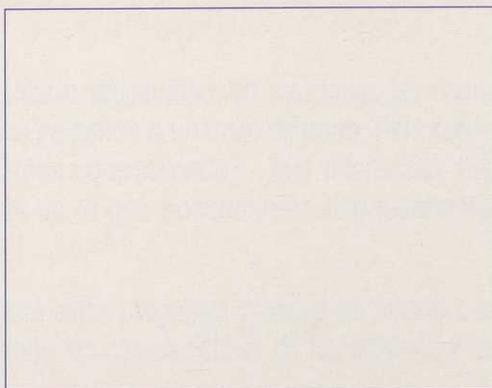
- *Forma.*
- *Color.*
- *Medidas.*
- *Partes que puedes distinguir en su cuerpo. Descripción de cada una de ellas.*
- *Localización de los órganos de los sentidos presentes en la cabeza.*
- *Localización de la boca: tipo de alimentación.*
- *Apéndices: localización, número, forma y función.*

Dibujo:

--	--

¿En qué parte del mar vivirán estos animales? Razonar la respuesta.

La respiración de estos animales también se realiza por branquias, pero su aspecto es diferente a las de los peces. Las branquias de los crustáceos son como unos pelitos blancos que hay en la base de algunos apéndices (en las cigalas están en la base de los apéndices locomotores, protegidos por el cefalotórax). **Localízalas y descríbelas** (las verás mejor si las sumerges en un recipiente con agua).



Pata articulada de un crustáceo

Los crustáceos pertenecen al tipo de los artrópodos, animales caracterizados por tener patas articuladas, y en el que también se incluyen los insectos, los arácnidos y los miriápodos. **Dibuja una pata articulada en el recuadro de arriba.**

Características de los crustáceos

Al comparar las fichas de observación de los diferentes equipos podemos decir que todos los crustáceos tienen:

- El cuerpo cubierto por un, y en él se distinguen dos partes: el cefalotórax, que es, y el abdomen, que es.....
- Tienen pares de patas articuladas locomotoras en el
- En la cabeza tienen órganos de los sentidos, concretamente ojos y un par de
- Respiran por

2. ¿Cómo son los moluscos?

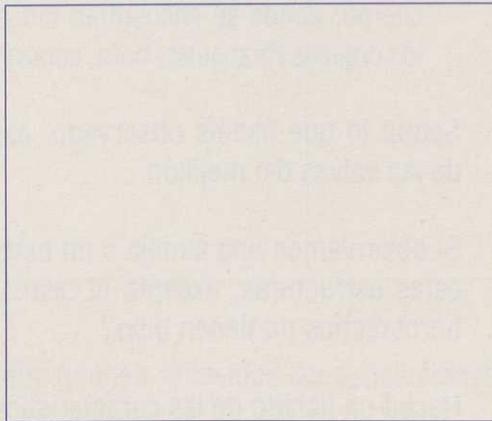
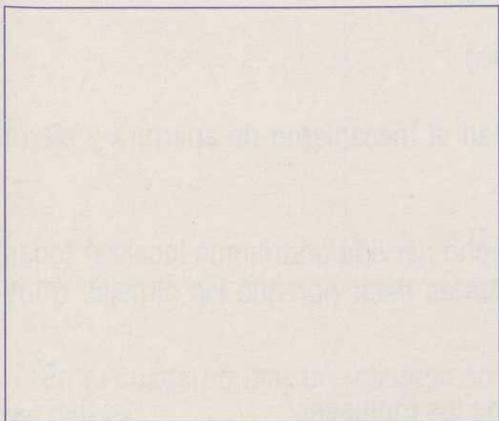
• **Material:**

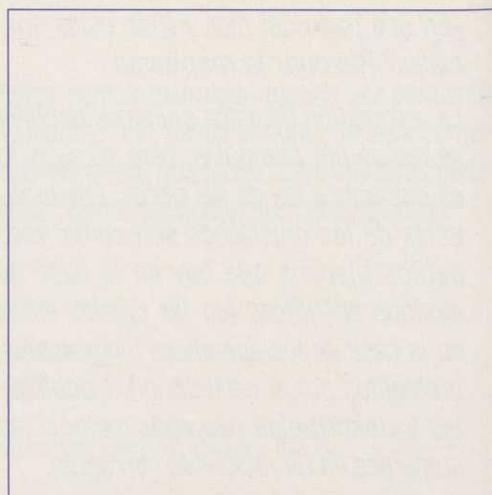
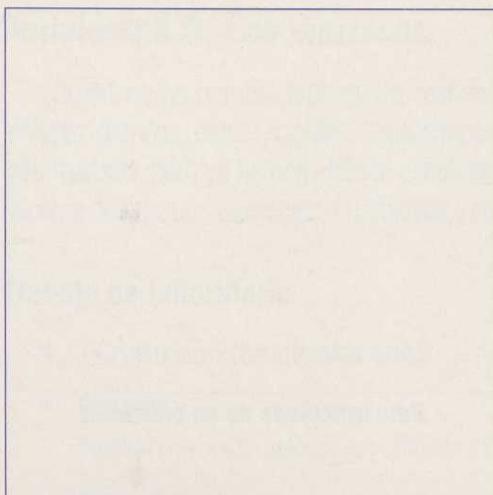
Bandeja con diferentes conchas de moluscos (navaja, chirla, cañadilla, caracol, almeja, berberechos... por ejemplo), pinzas y tijeras.
Un mejillón hervido.

• **Procedimiento:**

Dibujar cada uno de los ejemplares, indicando si la concha tiene una o dos partes y tomando nota de su tamaño.
Observación del mejillón hervido.

a) Dibujo:





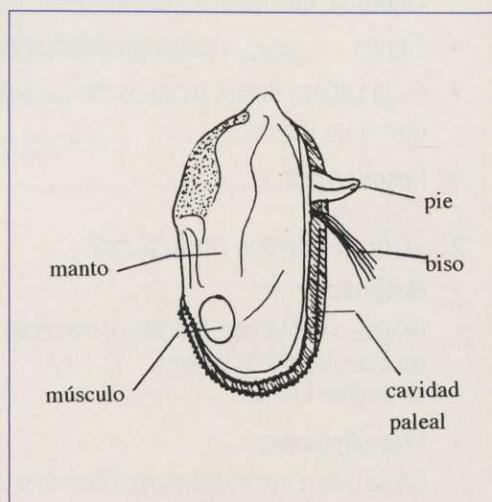
Los moluscos tienen el cuerpo recubierto por una concha de carbonato cálcico. Los gasterópodos tienen una concha única, mientras que los bivalvos tienen dos. De los moluscos que has dibujado, di cuáles son gasterópodos y cuáles son bivalvos.

b) Observación de un bivalvo.

Abrir el mejillón sin separar las dos conchas. Observar cómo están unidas.

Comparar el mejillón con el dibujo adjunto e identificar las estructuras señaladas.

- **Manto:** superficie externa del molusco. Su borde segrega el carbonato cálcico que forma la concha. En los machos es de color amarillento y en las hembras de color anaranjado.
- **Músculo:** permite al mejillón abrir y cerrar la concha.
- **Pie:** órgano musculoso que la mayoría de los bivalvos utilizan para enterrarse en la arena.
- **Biso:** filamentos que le sirven al mejillón para fijarse a las rocas o a cualquier otra superficie.
- **Cavidad paleal:** parte interna del cuerpo, donde se encuentran todos los órganos (branquias, boca, corazón, etc.).



Fuente: ARREGUI, A., et al. (1991). *Ciencias Naturales. Citología y Zoología*. Vilasar de Mar (Barcelona): Oikos Tau.

Según lo que habéis observado, explicad el mecanismo de apertura y cierre de las valvas del mejillón.

Si observamos una almeja o un berberecho hervido podríamos localizar todas estas estructuras, excepto el biso. ¿Sabrías decir por qué las almejas o los berberechos no tienen biso?

Haced un listado de las características de los moluscos.

Actividad 3.4: La carne

A no ser que se mantenga un régimen alimentario vegetariano, en casi todas las comidas tomamos carne, bien sea un filete, una loncha de jamón o un trozo de pollo. Pero cuando comemos carne, ¿qué tipo de ser vivo estamos consumiendo?, ¿qué diferencias hay entre comer carne o comer pescado?; además de la que consumimos habitualmente, ¿podríamos comer otros tipos de carnes?

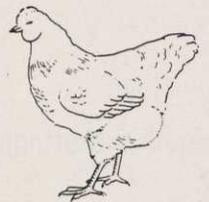
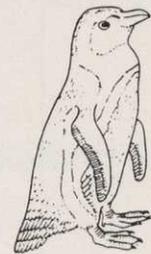
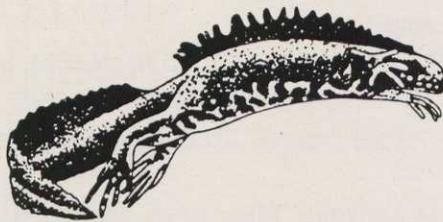
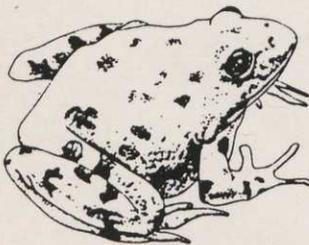
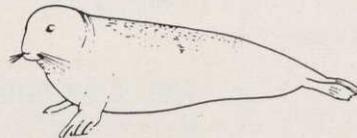
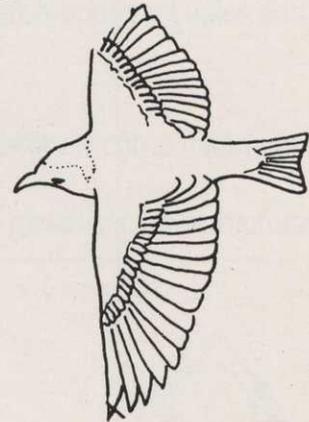
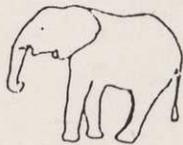
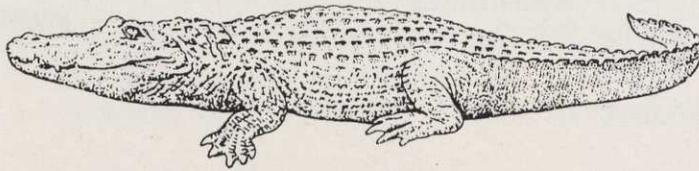
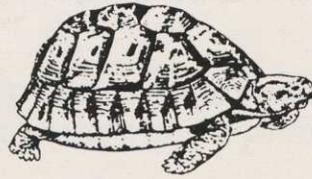
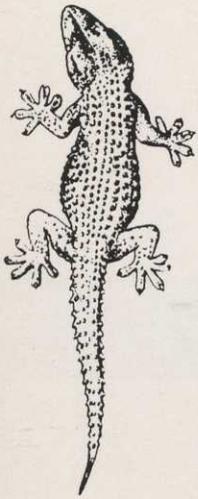
Discutid entre los compañeros las respuestas a estas preguntas y haced un listado con los animales que nos proporcionan carne poniendo las características de los mismos y su clasificación si la conocemos.

Animales de los cuales nos comemos su carne	Características	Grupo al que pertenecen

En tu cuaderno, haz un resumen en donde queden reflejadas las conclusiones del debate.

Actividad 3.5: Los vertebrados terrestres

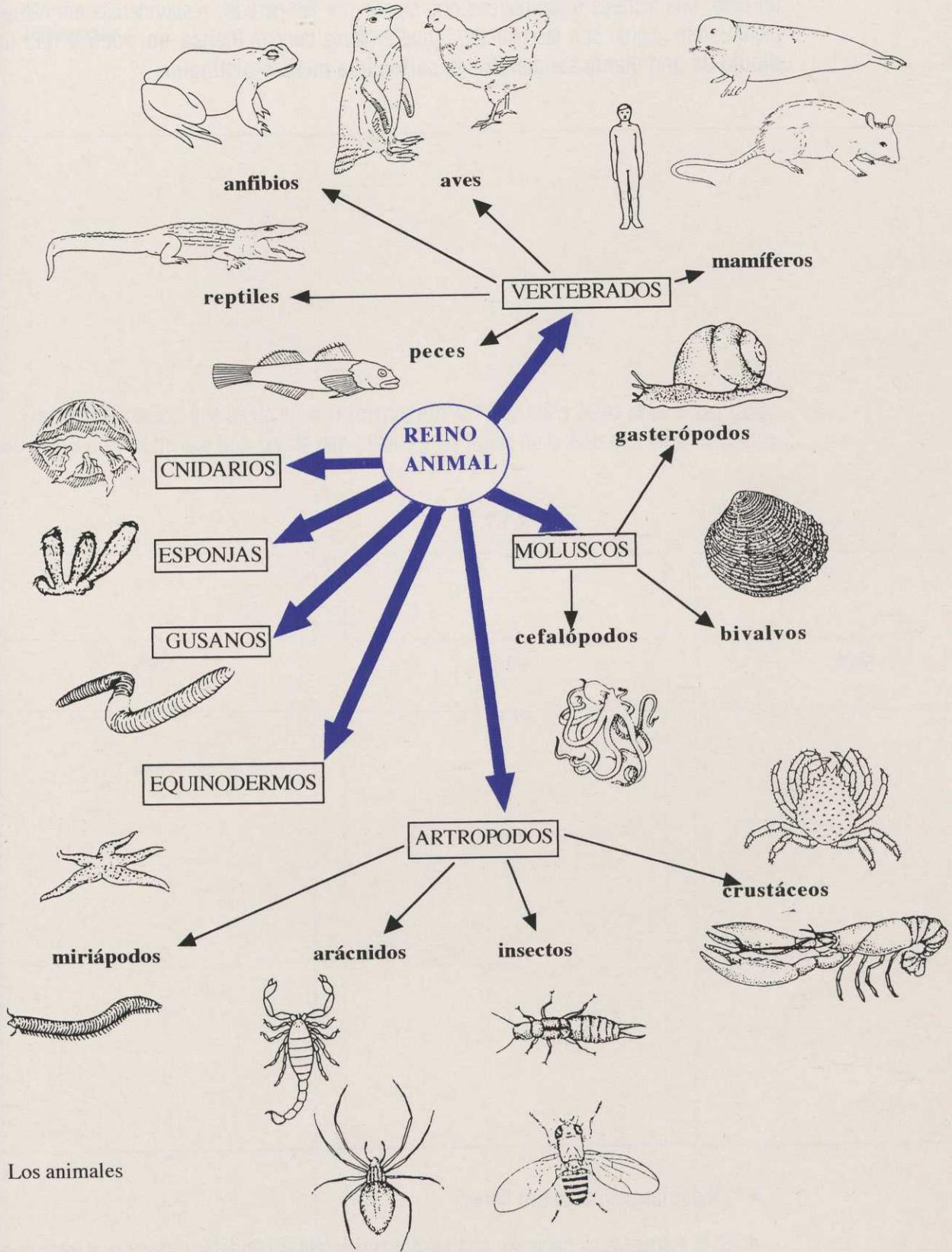
- Reconoce estos animales y di todo lo que sepas sobre ellos.



- Escribe en tu cuaderno lo que has aprendido sobre los vertebrados en la cinta de vídeo.

Actividad 3.6: Los otros grupos de animales

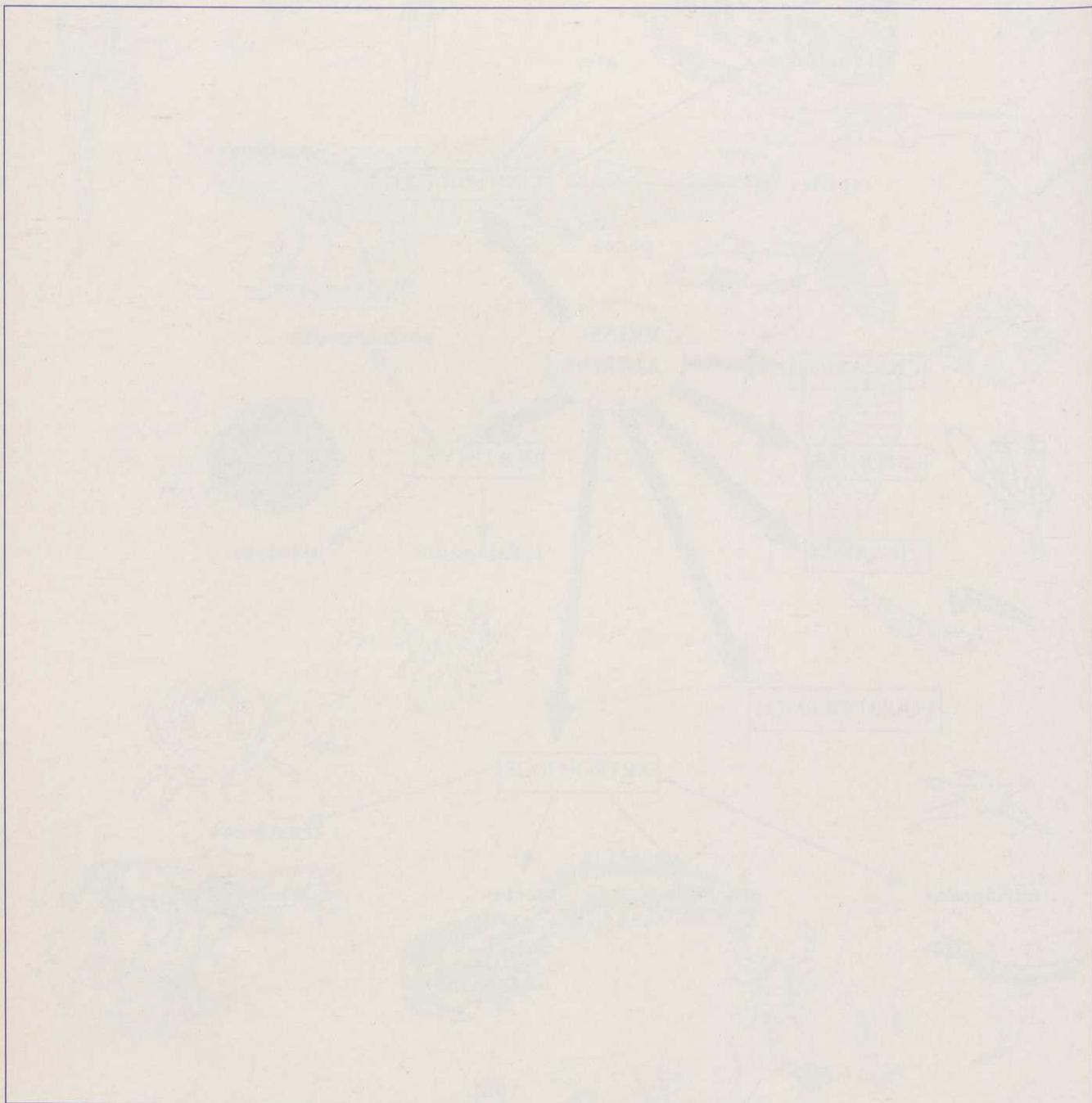
Observa el dibujo y marca los grupos de animales que no hayas estudiado o que no reconozcas. Busca información bibliográfica sobre ellos y haz un informe.



Capítulo 4: **Actividad 4.1: ¿Cómo son las plantas?**

“Las plantas”

Todos tenéis la idea de lo que es una planta. Seguro que si os preguntan si son plantas un pino, una lechuga o las hierbas que crecen por las paredes responderíais afirmativamente. Pero ¿cómo son las plantas?, ¿qué órganos tienen? Piensa un poco y haz un dibujo de una planta señalando las partes que puedas distinguir:



- ¿Todas las plantas tienen flores?
- Si la respuesta es negativa, pon ejemplos de plantas que tengan flores y plantas que no tengan.

Actividad 4.2: Comparando

Hace días sembrasteis una semilla y habéis comprobado que de ella se ha desarrollado una planta. Compara el dibujo de la *Brassica rapa* del día n.º 27 de observación con el que has hecho en la actividad anterior. Comenta y anota las diferencias entre ambos dibujos.

Diferencias

-
-
-
-
-
-
-
-
-

Lee la información que se da en la Información 4.1: *Iguales pero diferentes* (páginas 314-317) y di de qué tipo son la raíz, el tallo y las hojas de la *Brassica rapa*. Dibújalas.

TIPO

Raíz

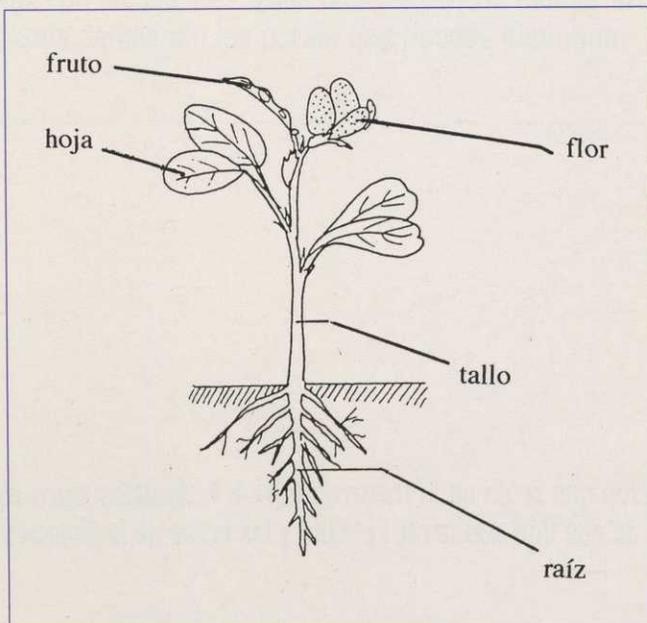
Tallo

Hoja

DIBUJO

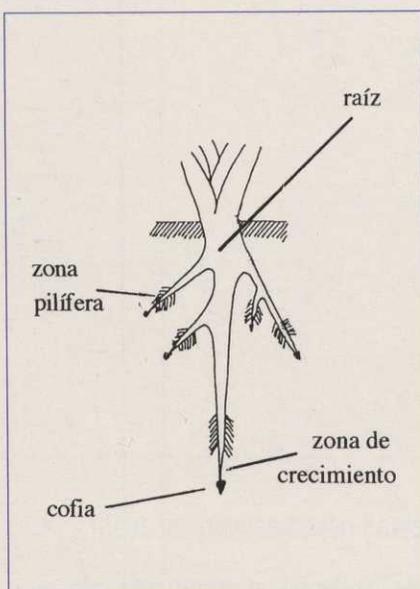
Información 4.1: Iguales pero diferentes

Todas las plantas que se originan a partir de una semilla, al igual que la *Brassica rapa*, tienen raíz, tallo, hojas, flores y frutos con semillas. La forma externa y visible de estos órganos puede variar mucho de unos a otros, pero la estructura interna, es decir, la organización y la función que realizan es semejante en todos ellos.

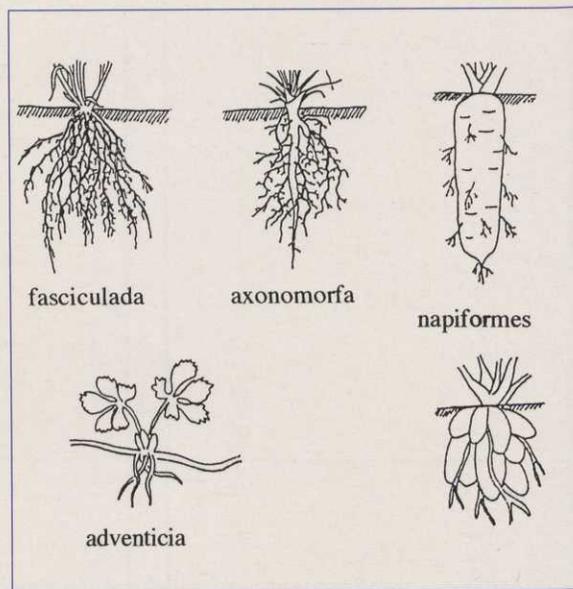


Fuente: ARREGUI et al. (1990). *Ciencias Naturales. Botánica, Ecología y Evolución*. Vilasar de Mar (Barcelona): Oikos Tau.

El primer órgano que se desarrolla cuando germina una semilla es la raíz. Va creciendo con rapidez hundiéndose en el suelo. La punta, lugar por donde crece la raíz, está recubierta y protegida por una especie de capuchón llamado cofia. Cerca de él se encuentran unos pelillos muy finos y pequeños (generalmente no visibles a simple vista) por donde se absorben el agua y las sales minerales. Según su forma y las modificaciones que pueden presentar, hay diferentes tipos de raíces.

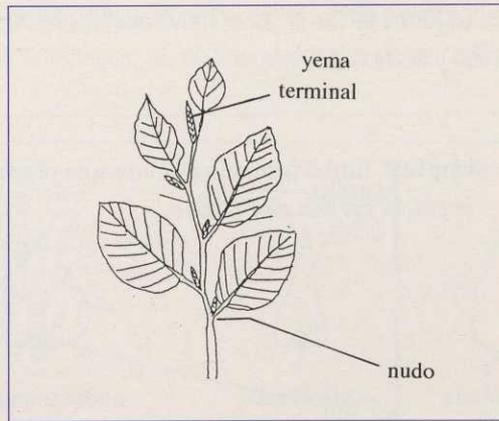


Estructura de la raíz



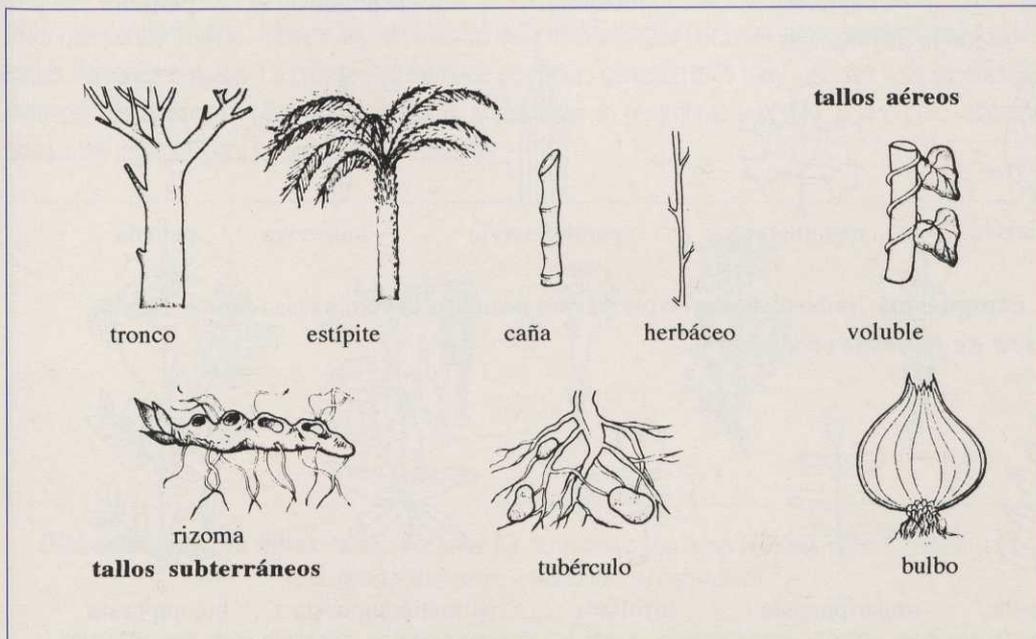
Tipos de raíces

El tallo es un órgano aéreo que crece en sentido opuesto a la raíz, hacia la luz. Suele ser cilíndrico y en su extremo lleva una yema terminal que va originando las hojas y provocando su crecimiento. El lugar donde se unen tallo y hoja es un nudo y allí hay otra yema, la yema axilar, por donde el tallo también puede crecer y ramificarse. Por el interior del tallo hay una especie de tubos, los vasos conductores, que se continúan por las nerviaciones de las hojas y que transportan sustancias desde la raíz a las hojas y desde éstas a la raíz.



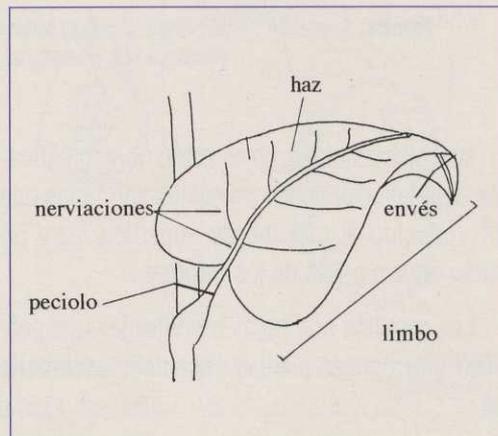
Estructura del tallo

Los tallos pueden presentar múltiples modificaciones, siendo incluso órgano de reserva donde se acumulan sustancias nutritivas, como en el caso de los bulbos y tubérculos.



Diferentes tipos de tallos

Las hojas son órganos de forma muy variada, con una parte cilíndrica llamada peciolo y una parte plana llamada limbo. La parte superior del limbo es el haz y la inferior el envés. Todo el limbo está cruzado por unas ramificaciones del peciolo que reciben el nombre de nerviaciones. En algunas de las células de las hojas hay clorofila, sustancia que les da su color verde. A través de la superficie de la hoja, por unas aberturas microscópicas llamadas estomas, se realiza el intercambio de gases (vapor de agua, oxígeno y dióxido de carbono) con el aire atmosférico.



Estructura de una hoja

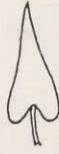
La forma de las hojas es muy variada, clasificándose según la forma, el borde, las divisiones del limbo y las nerviaciones.

* **hojas simples:** limbo formado por una sola pieza. Pueden ser:

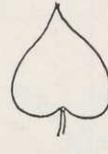
- según la *forma del limbo*:



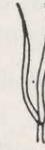
lanceolada



aflechada



acorazonada

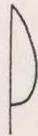


acicular

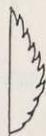


ovalada

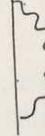
- según el *borde del limbo*:



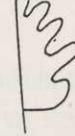
entera



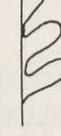
dentada



lobulada



hendida



partida

- según la *nerviación*:



penninervia



palminervia



paralelinervia



uninervia

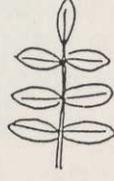


peltada

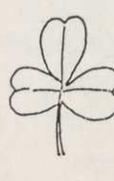
* **hojas compuestas:** limbo dividido en piezas más pequeñas denominadas folíolos. Según el *número de folíolos* pueden ser:



paripinnada



imparipinnada



trifoliada



palmaticompuesta



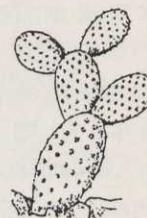
bicompuesta

Tipos de hojas

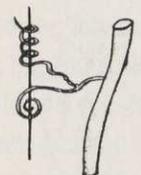
Fuente: ARREGUI, A., et al. (1990). *Ciencias Naturales. Botánica, Ecología y Evolución*. Vilasar de Mar (Barcelona): Oikos Tau.

Hay plantas cuyas hojas están muy modificadas. Así, las espinas de un cactus son hojas que han reducido al máximo su superficie para no perder agua a través de los estomas.

Los zarcillos son hojas modificadas que permiten que algunas plantas trepen en busca de la luz.



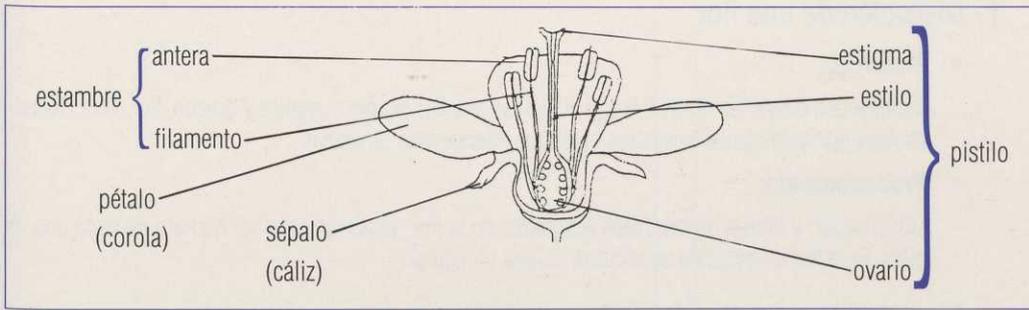
espinas



zarcillos

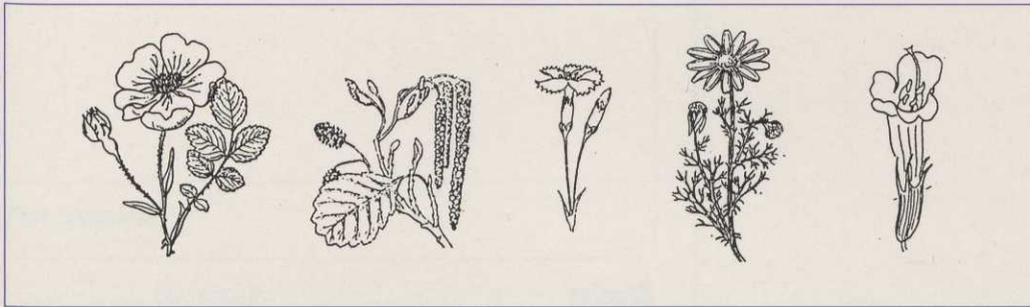
Hojas modificadas

La flor es el órgano reproductor de las plantas fanerógamas, es decir, de las plantas con flores. Está formada por hojas modificadas y, en las más complejas, se distinguen cuatro partes: cáliz, corola, estambres y pistilo.



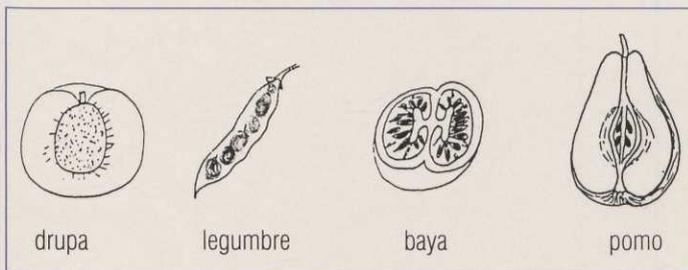
Estructura de una flor

En los estambres se forman los granos de polen que contienen las células reproductoras masculinas, y en el pistilo se encuentra el óvulo, célula reproductora femenina. Si hay polinización, es decir, si el grano de polen llega al pistilo y penetra en él, el óvulo se fecunda y el pistilo se transforma en un fruto que contiene en su interior las semillas. El cáliz está formado por unas hojas verdes poco modificadas llamadas sépalos. La corola está formada por hojas generalmente muy vistosas y de colores llamativos, los pétalos. Ambas son envolturas protectoras de estambres y pistilo, y la corola, además, atrae a los insectos para favorecer la polinización.



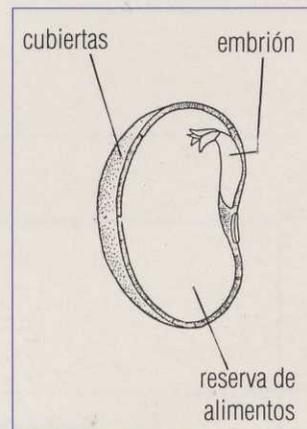
Diferentes tipos de flores: La forma de la flor y el número de piezas florales (pétalos, sépalos, estambres...) es un carácter sistemático utilizado para su clasificación.

Los frutos son muy diversos. Los hay carnosos y secos, que se abren cuando maduran o no, pero todos ellos contienen en su interior una o varias semillas.



Diferentes tipos de frutos

Las semillas son órganos que tienen en su interior el embrión de la futura planta y alimentos de reserva para que este embrión pueda crecer y desarrollarse, dando lugar a una nueva planta.



Estructura de una semilla

Actividad 4.3: Las flores

Trabajo de laboratorio

1. Disección de una flor

- **Material:**

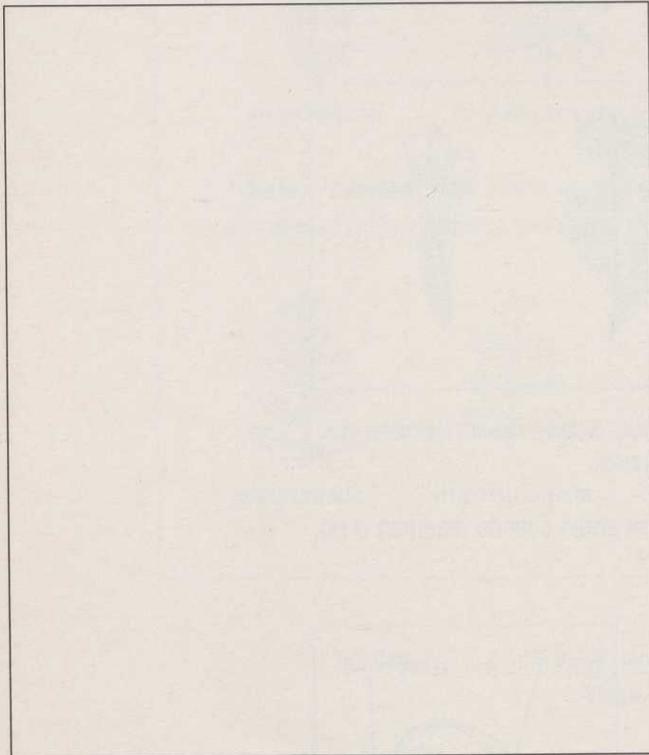
Bandeja con diferentes flores (rosa, o cualquier otra flor simple completa y grande, flor de la *Brassica rapa*, flores de plantas silvestres...), pinzas, tijeras, lupa binocular.

- **Procedimiento:**

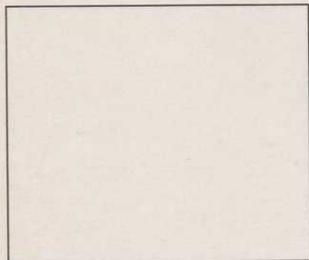
Observación y dibujo de las diferentes partes de la flor, tomando nota del número de cada una de ellas. Si la flor es pequeña se utilizará la lupa binocular.

Identificad en la flor las diferentes partes: cáliz, corola, estambres y pistilo. Haced un dibujo esquemático de la flor completa indicando su tamaño real. Con la ayuda de las pinzas arrancad los sépalos; si son todos iguales, dibujad uno y anotad el número y cómo están dispuestos (alternados, en forma de cruz, superpuestos, etc.). Haced lo mismo con los pétalos, los estambres y el pistilo. Si para la observación utilizáis la lupa binocular, indicadlo en el dibujo.

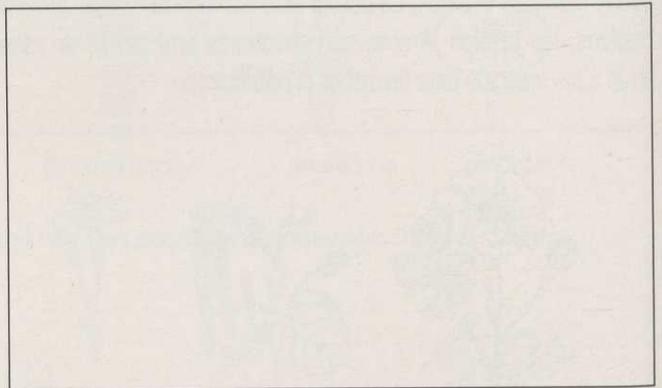
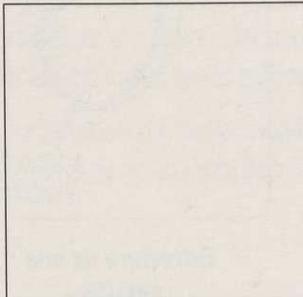
FLOR 1:.....



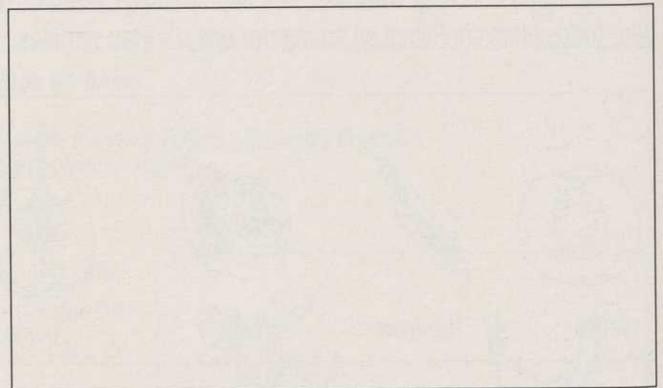
Flor completa



Pistilo



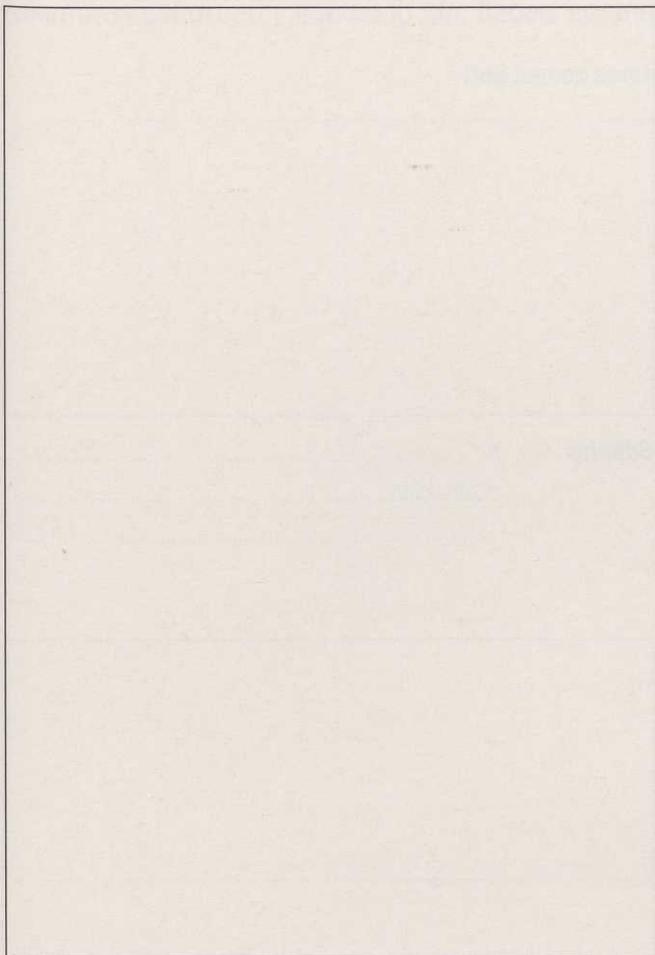
Sépalos n.º disposición.....
.....



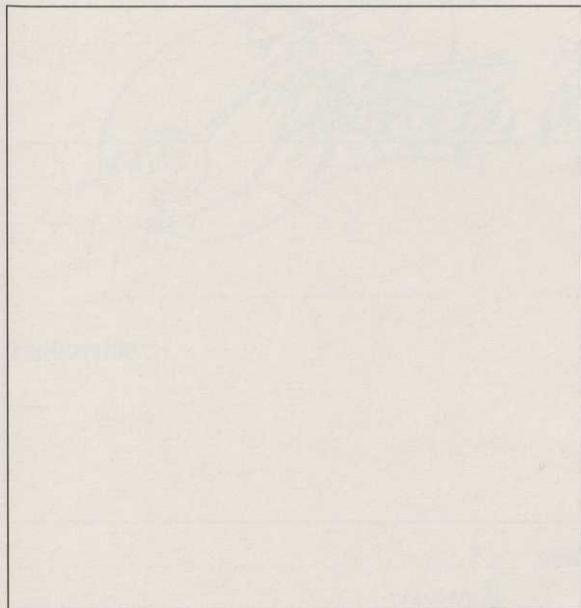
Pétalos n.º disposición.....
.....

Estambres n.º disposición.....

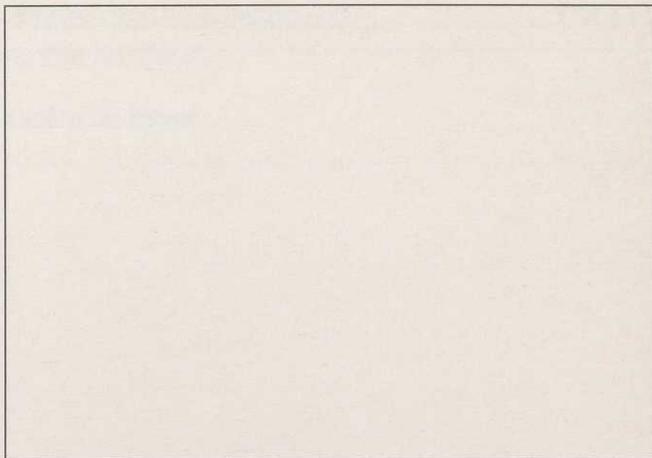
FLOR 2:



Flor completa

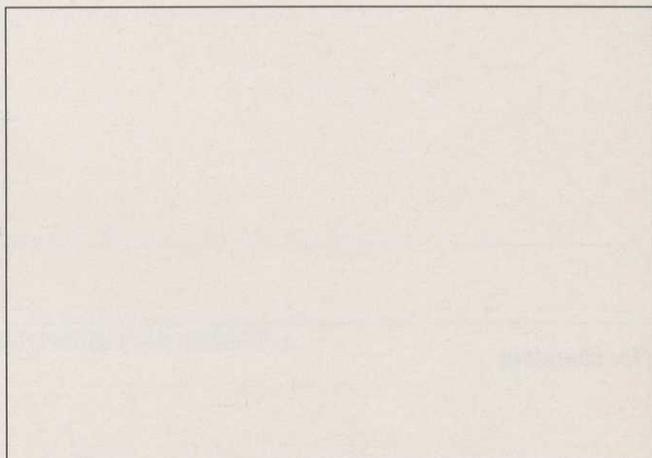


Pistilo



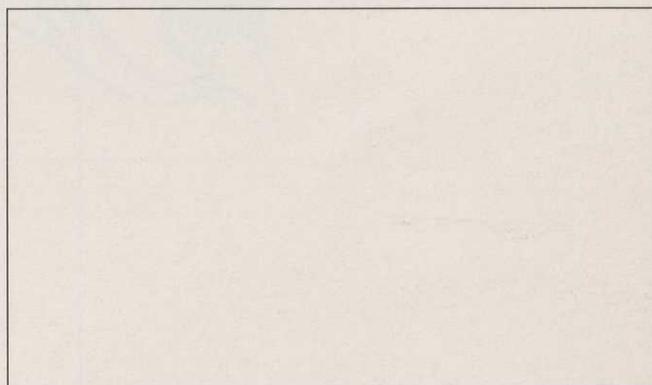
Sépalos *n.º*

disposición



Pétalos *n.º*

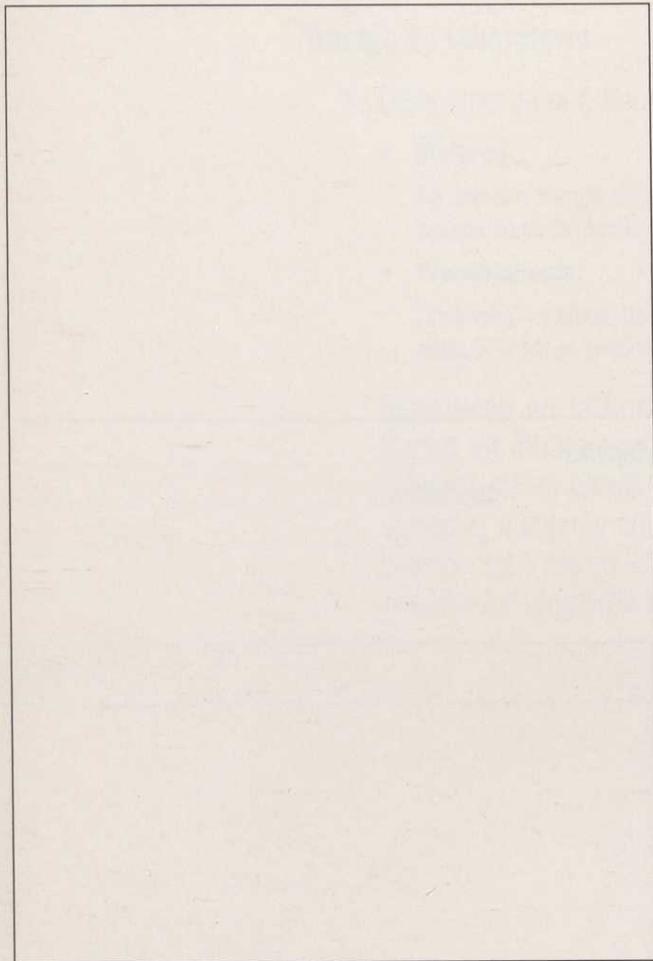
disposición



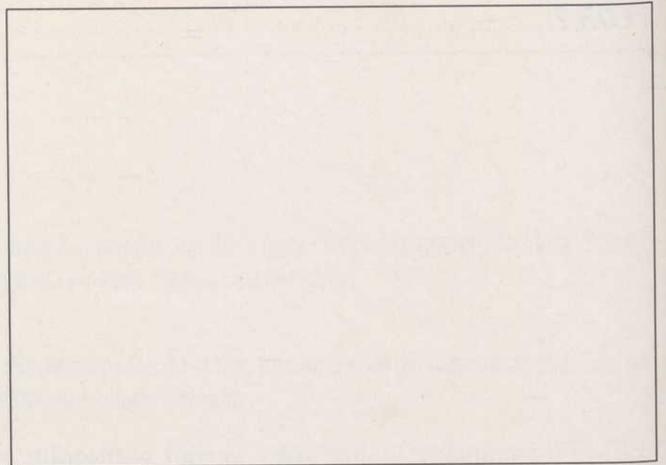
Estambres *n.º*

disposición

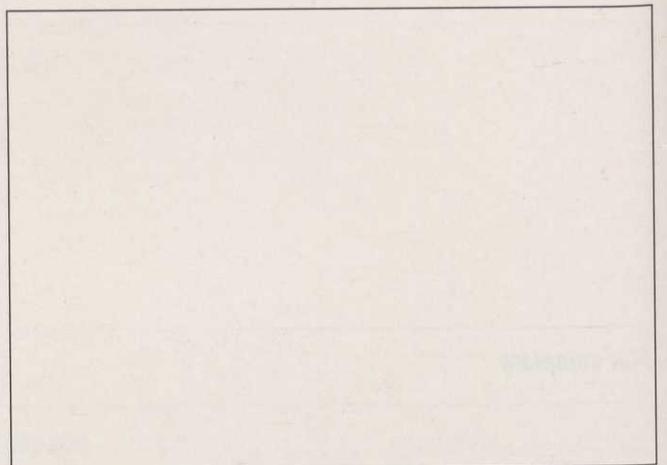
FLOR 3:



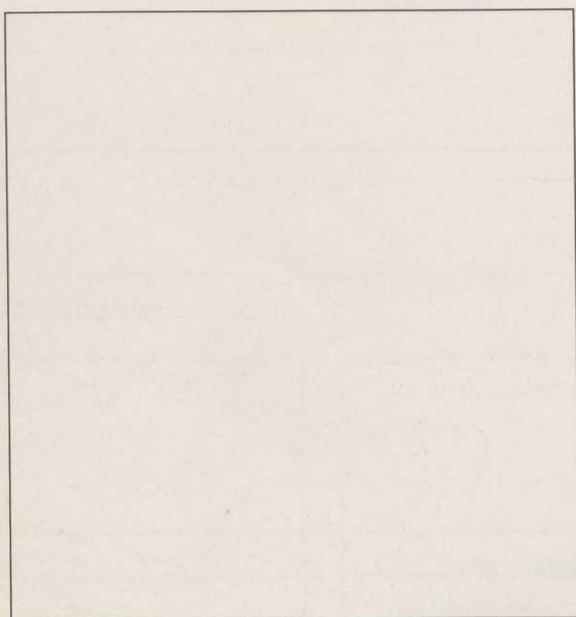
Flor completa



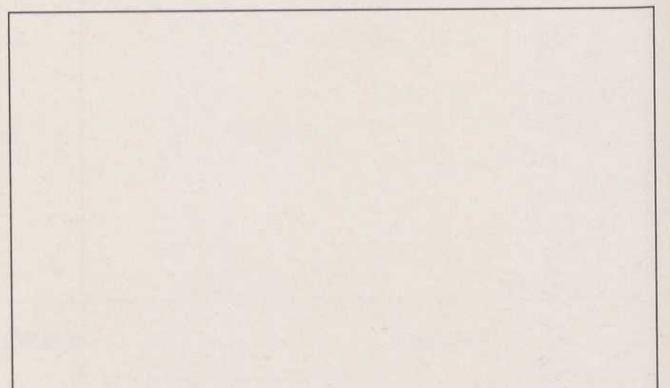
Sépalos n.º
disposición.....
.....



Pétalos n.º
disposición.....
.....



Pistilo



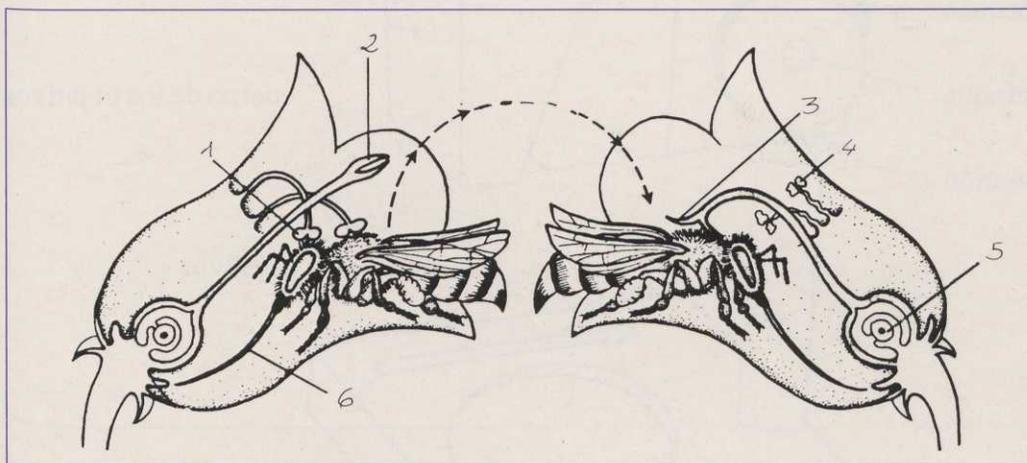
Estambres n.º
disposición.....
.....

Observad y analizad los diferentes dibujos de las flores que han hecho los miembros del grupo y anotad lo que habéis aprendido sobre las flores.

Qué hemos aprendido sobre las flores:

Empty rounded rectangular box for student notes.

Reconoce las estructuras señaladas y explica qué representa este esquema:



Explicación:

2. Funcionamiento de la lupa binocular

- **Material:**

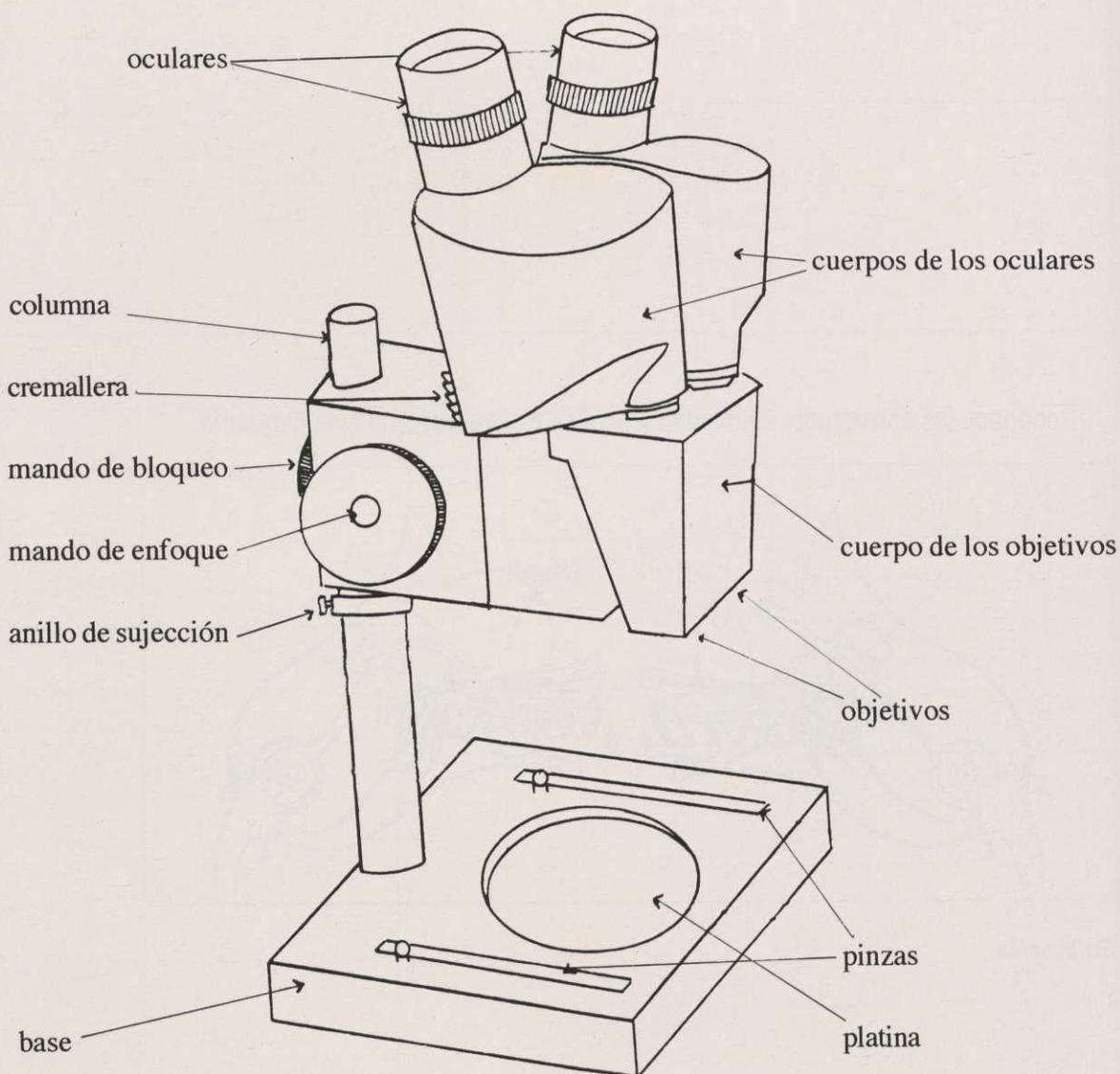
Lupa binocular, moneda.

- **Procedimiento:**

Identificación de las diferentes partes de la lupa, enfoque y observación de imágenes.

La lupa binocular es un instrumento muy útil para la observación en el laboratorio de Ciencias Naturales. Nos permite observar los objetos más grandes sin tener que hacer ningún tipo de preparación y dejándonos las manos libres para poder manipular. La imagen que se observa es en relieve y los aumentos que proporciona son una característica de cada lupa y vienen indicados en ella. Es un instrumento complejo y que requiere un cuidado especial. Atiende a las explicaciones del profesor sobre su cuidado y mantenimiento y toma nota de las recomendaciones.

Con la ayuda del esquema identifica las partes de la lupa.



Fuente: ARREGUI, A., et al. (1990). *Ciencias Naturales. Geología*. Vilasar de Mar (Barcelona): Oikos Tau.

Recomendaciones sobre el mantenimiento y uso de la lupa binocular:

Para enfocar la lupa binocular has de encender la luz de la lupa y colocar un objeto en el centro de la platina (si la lupa no lleva luz incorporada hay que iluminar la platina con un foco luminoso externo). El profesor o profesora te irá dando las indicaciones para poder enfocar el objeto con la lupa y verlo correctamente. Anótalas.

Normas de funcionamiento:

Contesta las siguientes preguntas:

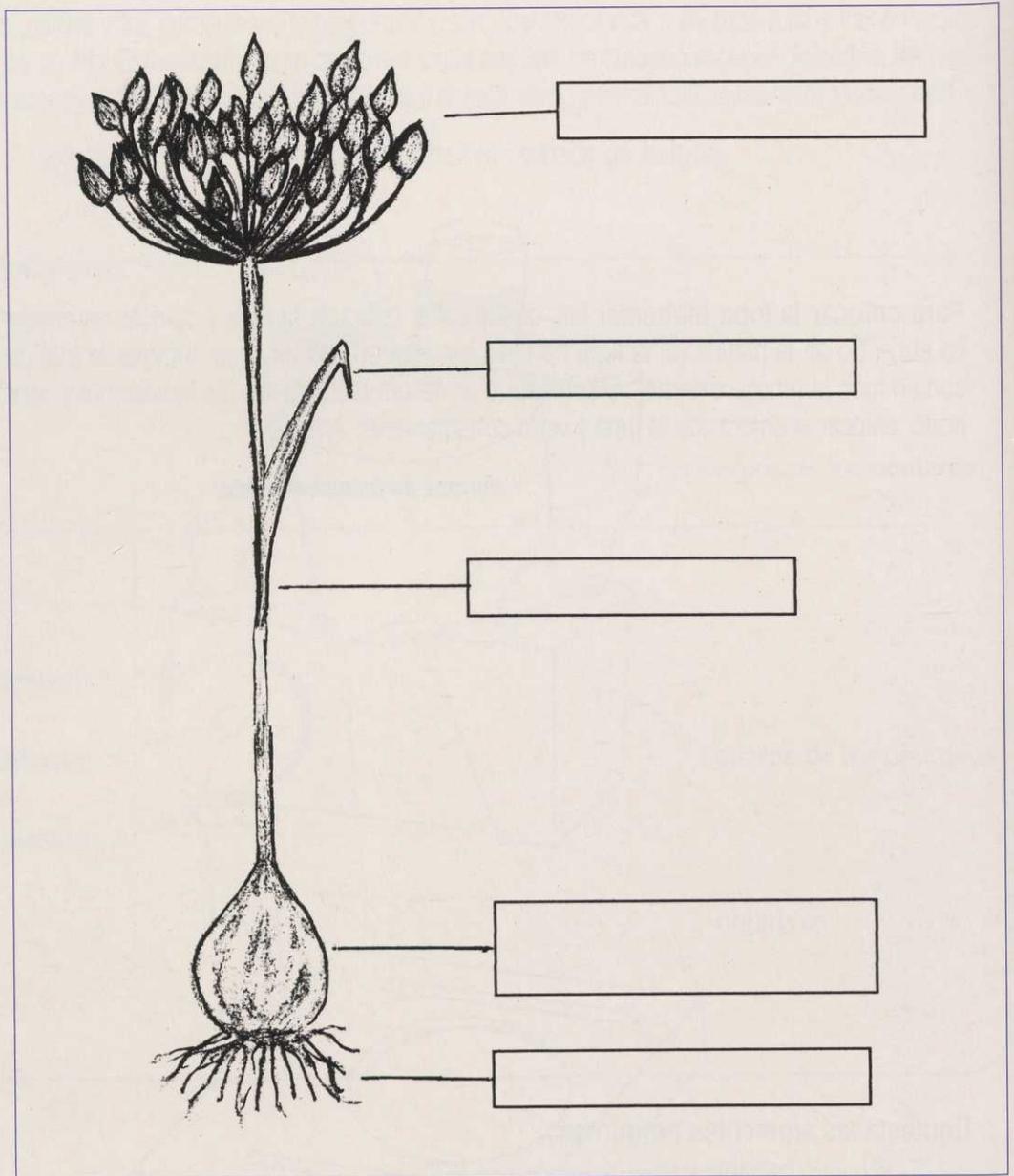
- ¿Cuántos aumentos tiene tu lupa binocular?
- ¿Cómo es la imagen que observas?
- ¿Por qué no se deben tocar con los dedos las lentes de los oculares y los objetivos?

Ahora ya sabes cómo utilizar este instrumento. La usarás frecuentemente en el laboratorio de Ciencias. Si la próxima vez no recuerdas bien su funcionamiento, vuelve a repasar las normas que has anotado.

Actividad 4.4: ¿Qué nos comemos?

Todas las plantas fanerógamas tienen raíz, tallo, hojas, flores y frutos. Como ya sabes, la forma de estos órganos puede ser muy variada y en algunos de ellos las plantas pueden almacenar sustancias de reserva nutritiva, como almidón, azúcar, grasas, proteínas o vitaminas. Son estos órganos que acumulan reservas los que solemos utilizar como alimento.

Este dibujo esquematiza una planta de ajo. Reconoce sus diferentes órganos y di cuál nos comemos:



Nos comemos:

Del siguiente listado de alimentos decid qué parte de la planta nos comemos. Considerad que algunos de ellos están muy modificados (consultad la información dada en el texto *Iguales pero diferentes*, págs. 314-317) y que los frutos siempre tienen en su interior semillas.

ALIMENTO	Raíz	Tallos	Hojas	Flores	Frutos	Semillas
Lechuga						
Alcachofas						
Berenjenas						
Almendras						
Melón						
Apio						
Rábanos						
Espárragos						
Tomates						
Coliflor						
Judías secas						
Judías verdes						
Col						
Zanahoria						
Patata						
Acelgas						
Escarola						
Garbanzos						
Pimientos						
Cebolla						
Manzana						
Aceitunas						
Ajos						
Mandarinas						
Cacahuetes						
Calabacín						
Kiwis						
Pepino						
Cardo						

Actividad 4.5: ¿Lo hemos aprendido?

Las vacaciones pasadas, Laura estuvo con sus padres y hermanos en Brasil. Allí comieron plantas muy diferentes a las que estaban acostumbrados. Muchas de ellas no las conocían y tampoco sabían qué parte de la planta se estaban comiendo. Ahora, con lo que ha aprendido, cree que sabría identificarlas. Para mayor seguridad ayúdale a establecer en qué características se habría de fijar para saber si está comiendo una raíz, un tallo, una hoja, una flor, un fruto o una semilla.

- Será un **fruto** si tiene estas características:

- Será un **tallo** si tiene estas características:

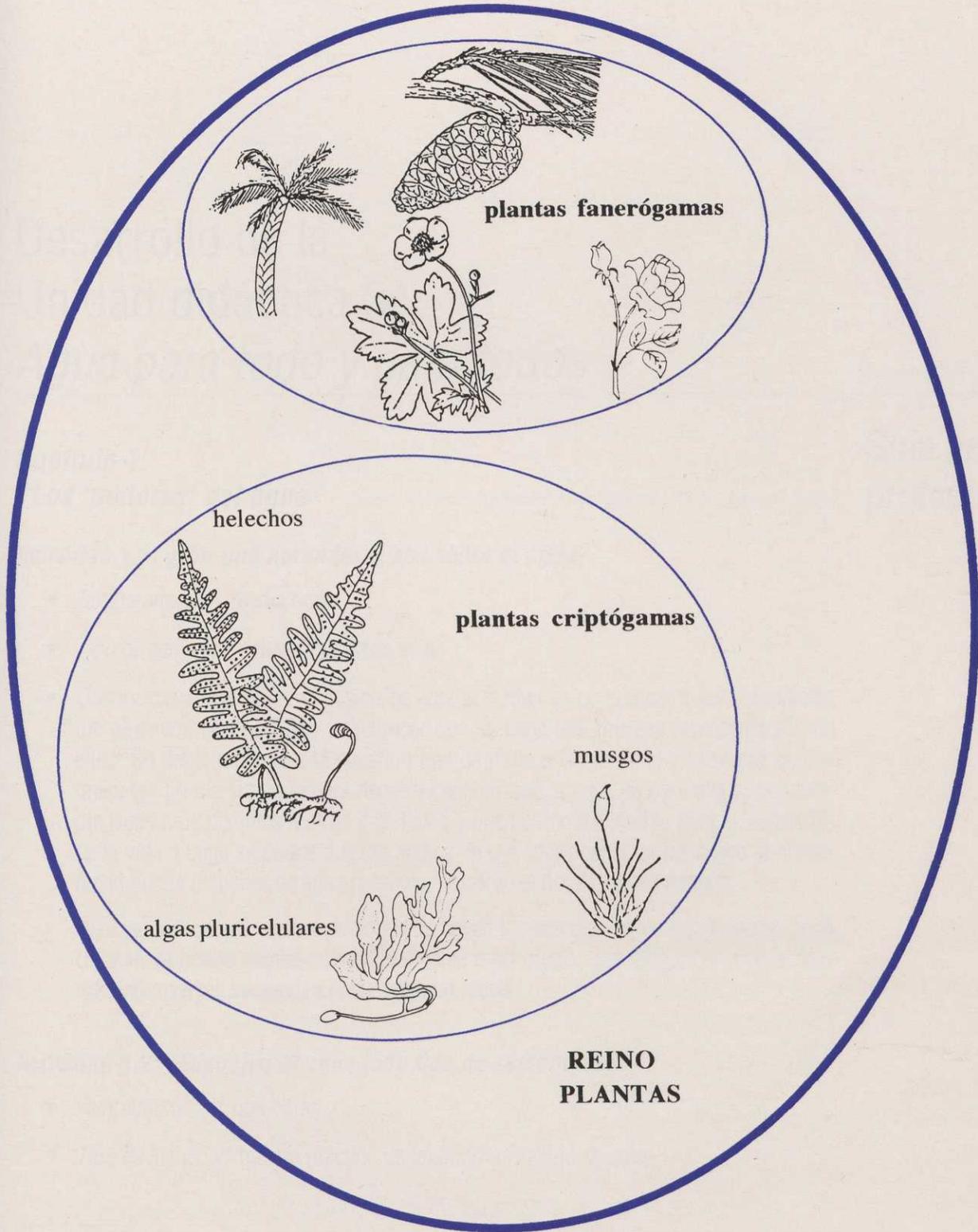
- Será una **semilla** si tiene estas características:

- Será una **hoja** si tiene estas características:

- Será una **flor** si tiene estas características:

Actividad 4.6: Las plantas sin flores

Las plantas con flores, llamadas también espermatófitas o fanerógamas, engloban a un grupo muy amplio de vegetales, pero existe otro grupo de vegetales que nunca tiene flores. Son plantas criptógamas. Dentro de ellas están los musgos, los helechos y las algas. Buscar información bibliográfica sobre ellas y confeccionar un póster con la información que obtengáis.



Desarrollo de la Unidad didáctica 3*: *Agua para todo y para todos*

Capítulo 1: **“Los ‘poderes’ del agua”**

Guía para el
profesorado

Actividad 1.1: ¿Por qué aprender cosas sobre el agua?

- *Temporalización:* media hora.
- *Tipo de actividad:* debate/trabajo de aula.
- *Observaciones:* el objetivo básico de esta actividad es comunicar a los estudiantes los objetivos de la Unidad y favorecer que se haga una primera representación de ellos. Se debería plantear la cuestión que da título a la actividad y provocar que se imaginen un día sin agua para llegar a concluir que el agua es un material con propiedades muy distintas a otros materiales y que es imprescindible para el desarrollo de la vida. Luego se puede discutir acerca de qué ideas tienen sobre cómo la humanidad puede disponer de agua potable y de cómo el hombre la contamina.

Para reconocer qué representaciones se hacen los estudiantes de los objetivos de la Unidad, se puede plantear, individualmente o en grupo, que dibujen un cómic. Los más interesantes se pueden exponer en un mural.

Actividad 1.2: ¿Disuelve el agua todo tipo de sustancias?

- *Temporalización:* dos horas.
- *Tipo de actividad:* trabajo práctico de laboratorio/trabajo de aula.

* La propuesta de objetivos didácticos, contenidos, recursos, etc., relativos a esta Unidad didáctica se detalla en la página 196 y ss. de este documento.

- *Observaciones:* se iniciará con una pequeña discusión de la idea que tienen sobre qué es una disolución. Es posible que muchos estudiantes creen que la harina se disuelve en el agua porque se reparte por toda ella. Conviene dejar en el aire el interrogante sobre si esta mezcla es o no una disolución. La actividad práctica consistirá en realizar diferentes mezclas y observar si son transparentes y si se reconocen sus componentes.

En el trabajo de aula se propone la lectura de información acerca de los diferentes tipos de mezclas y de la respuesta a un cuestionario. Este trabajo lo pueden realizar en casa, y en la clase discutir los resultados.

Actividad 1.3: ¿Siempre es más fácil disolver sustancias en agua caliente que en fría?

- *Temporalización:* dos horas.
- *Tipo de actividad:* trabajo práctico de laboratorio/trabajo de aula.
- *Observaciones:* el proceso es similar al de la actividad anterior. **Primero**, reconocer qué piensan los estudiantes acerca de la variación de la solubilidad con la temperatura, introduciendo al mismo tiempo el concepto de disolución saturada. **Segundo**, trabajo experimental, en el cual será importante empezar a hacer hincapié en la necesidad de fijar variables (como por ejemplo la cantidad de agua) y explicar cómo usar el termómetro correctamente. **Tercero**, reflexión en torno a las observaciones realizadas.

Actividad 1.4: No todos los líquidos se comportan igual

- *Temporalización:* media hora.
- *Tipo de actividad:* debate/trabajo de aula.
- *Observaciones:* a partir de las distintas argumentaciones utilizadas por el alumnado para explicar el motivo por el que el petróleo flota en el agua, la discusión se puede centrar en relación a los conceptos de densidad y de inmiscibilidad. Es posible que los estudiantes se refieran sólo a que el petróleo pesa menos que el agua o a argumentos parecidos. Será interesante constatar que no hay una respuesta correcta, ya que dos de ellas (Juan y María) dan explicaciones parciales.

Actividad 1.5: Volumen, masa, densidad

- *Temporalización:* media hora.
- *Tipo de actividad:* debate/trabajo de aula.
- *Observaciones:* se presentan tres cuestiones con el objetivo de que los alumnos se planteen qué significado tienen para ellos los conceptos de volumen, masa y densidad. Después de leer la información en la que se define la densidad como una propiedad característica de las sustancias, que surge de la relación constante que hay entre su masa y volumen, la actividad de coevaluación pretende que alumnos y alumnas utilicen esta información para sugerir cambios en las explicaciones de sus compañeros.

Esta actividad se complementa con una lectura informativa y cuestiones en relación a la variación anómala de la densidad del agua al variar la temperatura y los efectos que puede ocasionar este comportamiento (rotura de tuberías, radiadores, botellas, etcétera). La lectura sólo hace referencia a los inconvenientes de este comportamiento, mientras que las tres preguntas que se plantean a continuación tienen como objetivo reconocer las ventajas y la importancia de este comportamiento para la conservación de la vida de animales y plantas.

Actividad 1.6: Para pensar un poco más

- *Temporalización:* media hora.
- *Tipo de actividad:* debate/trabajo de aula. Es una actividad de ampliación que, si se considera conveniente, se puede proponer sólo a una parte del alumnado.
- *Observaciones:* una situación real, el nivel de flotación de los barcos en relación a las distintas aguas por las que navegan, permite comentar y pensar un poco más respecto a la variación de la densidad del agua con la temperatura y con la cantidad de sales disueltas. De las dos cuestiones propuestas, la primera es más sencilla que la segunda.

Actividad 1.7: Líquidos decorativos

- *Temporalización:* media hora.
- *Tipo de actividad:* actividad práctica/trabajo de aula. Es otra actividad complementaria, de aplicación, que permite diversificar al alumnado. Una parte de los estudiantes puede realizar la tarea tal como está propuesta, mientras que a alumnos o alumnas con más dificultades se les pueden facilitar las acciones, al menos parcialmente.
- *Observaciones:* a nivel individual cada alumno planifica las acciones que debe realizar para resolver el problema práctico que se les plantea. De cada líquido deberán conocer la densidad y si es inmiscible o no con los demás. Las densidades de los líquidos las pueden buscar en alguna enciclopedia o se las puede suministrar el profesor. Son, a 20°C:

alcohol: 0,79 gr/cm³; agua: 1 gr/cm³; aceite: 0,92 gr/cm³, y glicerina: 1,26 gr/cm³.

Actividad 1.8: Hagamos un resumen de lo que hemos aprendido

- *Temporalización:* media hora.
- *Tipo de actividad:* respuesta a un cuestionario.
- *Observaciones:* esta actividad servirá para que alumnos y alumnas hagan un esfuerzo de síntesis y de reflexión. Han de definir los conceptos básicos que aparecen en este capítulo. Es importante que no utilicen definiciones de libros o diccionarios o las que se han incluido en el texto, sino que encuentren su propio lenguaje. Si se cree conveniente, se puede realizar un trabajo de grupo consistente en elaborar definiciones de grupo a partir de las definiciones individuales. Este trabajo no sería muy útil si cada alumno o alumna, previamente, no ha intentado elaborar su propia definición (por ejemplo, se puede pedir que en su hoja de trabajo incluyan la definición individual de cada miembro del grupo y la colectiva). Si saben elaborar mapas conceptuales, también pueden elaborar uno con los conceptos aprendidos.

Capítulo 2: “Llevamos el agua al laboratorio”

Actividad 2.1: Algunas normas de seguridad

- *Temporalización:* una hora.
- *Tipo de actividad:* debate/trabajo de aula.
- *Observaciones:* el objetivo de la actividad es comentar la necesidad y la importancia de seguir unas determinadas normas de seguridad en el laboratorio.

Actividad 2.2: Clasifiquemos el material de vidrio

- *Temporalización:* una hora.
- *Tipo de actividad:* trabajo en grupo.
- *Observaciones:* en esta actividad se pretende clasificar el material de laboratorio a partir de una clave de identificación. Mientras los alumnos van rellenando la clave, van observando las características de este material y aprenden su nombre.

Es importante remarcar que esta clave no es única y que se pueden encontrar otras características que también permitan clasificar este material.

Puede ser interesante confeccionar un póster con ésta u otra clasificación. Una vez clasificados, se puede poner en común la utilidad de cada utensilio.

Actividad 2.3: Métodos de separación de mezclas

- *Temporalización:* dos horas.
- *Tipo de actividad:* trabajo de laboratorio.
- *Observaciones:* a partir del planteamiento de diferentes problemas de separación se introducen diferentes técnicas de separación de mezclas. Los métodos propuestos son: decantación (*¿Cómo podemos separar el aceite del agua?*), filtración (*¿Cómo podemos separar la harina del agua?*), evaporación (*¿Cómo podemos separar la sal del agua?*), destilación y cromatografía.

La propuesta de organización es en círculo; es decir, las experiencias se realizan simultáneamente y cada grupo de estudiantes resuelve el problema planteado correspondiente a un método distinto del de los otros grupos. Cuando finalizan el trabajo, todos cambian de método. En función del tiempo, algunos métodos, como por ejemplo la destilación, pueden darse a conocer sin necesidad de que los estudiantes realicen todo el montaje. La puesta en común se hace de todos los métodos a la vez.

La actividad *¿Cómo podemos separar el petróleo del agua del mar?* pretende dar una información y facilitar la discusión sobre los distintos métodos que se han usado para separar el petróleo vertido en el mar en distintos accidentes de petroleros. Es una actividad que puede dar pie a una discusión sobre problemas ambientales.

Actividad 2.4: Una aplicación: ¿cómo conseguir agua potable?

- *Temporalización:* una hora.
- *Tipo de actividad:* trabajo de laboratorio, de aplicación y resumen.

- *Observaciones:* se aplican algunas de las técnicas de separación de mezclas presentadas a la resolución de un problema concreto como es el de obtener agua potable a partir de agua sucia y contaminada.

Se proponen los pasos que se deben seguir, pero se pide a alumnos y alumnas que expliquen el porqué de cada paso y los cambios que se van produciendo en la calidad del agua.

El resumen final tiene como objetivo ver la similitud de este proceso con el que se realiza en las plantas potabilizadoras.

Esta actividad se puede complementar con la visita a la planta de potabilización de aguas de la localidad.

Actividad 2.5: Organicemos lo aprendido

- *Temporalización:* una hora.
- *Tipo de actividad:* completar un cuadro-resumen y coevaluación.
- *Observaciones:* este cuadro permite hacer una comparación entre los distintos métodos utilizados en la separación de mezclas. Se propone que, por parejas, se intercambien los trabajos y los evalúen mutuamente. Es importante que no se limiten a indicar si está bien o mal, sino que también expliquen las razones por las cuales creen que el trabajo de su compañero/a no es correcto.

Es conveniente que el profesorado haga la última evaluación indicando si está de acuerdo con las anotaciones del alumno/a corrector/a.

Capítulo 3:

“¿Y qué pasa con el agua?”

Actividad 3.1: Agua sucia, agua limpia

- *Temporalización:* una hora.
- *Tipo de actividad:* cuestionario/debate.
- *Observaciones:* primero cada alumno o alumna responde a las distintas cuestiones planteadas. Respecto a la primera pregunta es conveniente que el profesorado la revise posteriormente, porque le permitirá reconocer en qué aspectos deberá incidir más en el momento de realizar la actividad 3.3.

En cambio, la pregunta 2 puede ser origen de un pequeño debate en la clase y habría de servir para poner de manifiesto que hay diferentes puntos de vista. No es conveniente decir cuál es la respuesta correcta, ni orientar hacia cuáles son las mejores opiniones. Es mejor favorecer que todos los alumnos se expresen sin inhibiciones y dando a conocer su punto de vista. Todas las respuestas pueden tener razonamientos que conviene recoger y, en cambio, se puede dejar en el aire cuál es la “correcta”. Éste será el objeto de estudio del capítulo. En la cuestión 3 se puede pedir que levanten la mano según se haya puesto un **1**, un **2** u otros grados y escribir el resultado en la pizarra. Los alumnos que puntúen con un **4** o un **5** alguna de las proposiciones, se puede pedir que la expliquen a sus compañeros, cosa que puede dar lugar a una discusión entre ellos. Tampoco es conveniente, en este momento, indicar quién tiene razón, sino más bien remarcar que al final del capítulo estos conceptos deberán conocerse.

Actividad 3.2: ¿Qué contamina el agua?

- *Temporalización:* una hora.
- *Tipo de actividad:* trabajo en grupo.
- *Observaciones:* inicialmente se propone que el alumnado constata que son muchas las sustancias que pueden contaminar el agua. El texto informativo establece un criterio para clasificar los distintos contaminantes según de acuerdo con este criterio su origen biológico, industrial o agrícola. Se propone que clasifiquen su lista inicial. Se plantea el problema de los contaminantes de origen doméstico, con la intención de sensibilizar al alumnado sobre la importancia de reconocer qué sustancias hay en los productos de uso doméstico. Por ejemplo, se pueden comparar etiquetas de detergentes u otros productos de limpieza e identificar cuáles contienen más fosfatos, etc.

Actividad 3.3: El ciclo del agua

- *Temporalización:* una hora.
- *Tipo de actividad:* respuesta a un cuestionario.
- *Observaciones:* seguramente el alumnado conocerá el ciclo del agua en la Naturaleza, aunque puede que le sea más difícil reconocer que el agua también circula por la ciudad y que va cambiando. La actividad 3.1 habrá permitido identificar cuáles son los aspectos del ciclo menos conocidos, aunque es de suponer que crean que las nubes están formadas por vapor de agua, que no reconozcan las causas del cambio de estado de vapor a líquido, que no sepan el concepto de transpiración, etc.

Es importante no limitarse al aspecto descriptivo del cuestionario, ni al aprendizaje de "nombres", sino que es conveniente incidir en las causas de cada uno de los cambios que van indicando al describir el ciclo del agua.

Es muy conveniente poder visitar una planta potabilizadora o una planta depuradora de aguas residuales, para favorecer que el alumnado relacione sus aprendizajes con el problema del agua en su población.

Actividad 3.4: ¿Por qué es necesario proteger el agua de la contaminación?

- *Temporalización:* 15 minutos.
- *Tipo de actividad:* debate.
- *Observaciones:* si se cree conveniente se puede organizar un juego de rol en el que cada grupo puede identificarse con un conjunto de individuos que dan su opinión: médicos, trabajadores de una fábrica de bebidas, grupo de amigos a los que gusta ir a la playa, familia que vive en alguna zona de la ciudad, alcalde y concejales, etc. Los distintos grupos pueden dar razones desde su punto de vista, indicando tanto los aspectos problemáticos como las posibles conductas que como grupo debería cambiar.

Actividad 3.5: Pensemos una campaña para mejorar la utilización del agua

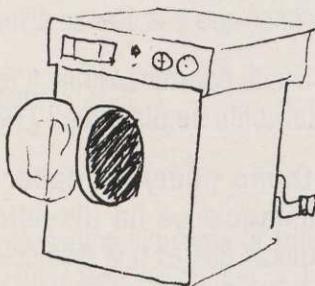
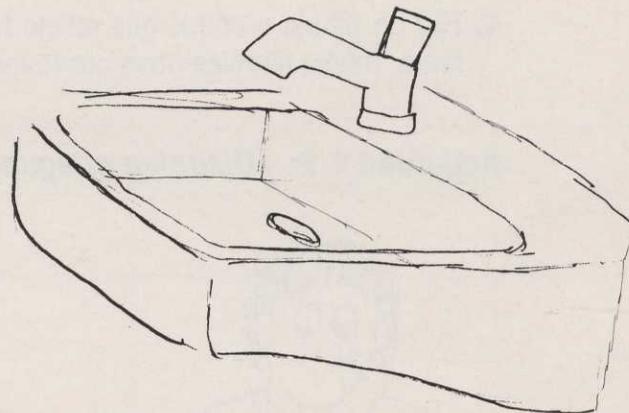
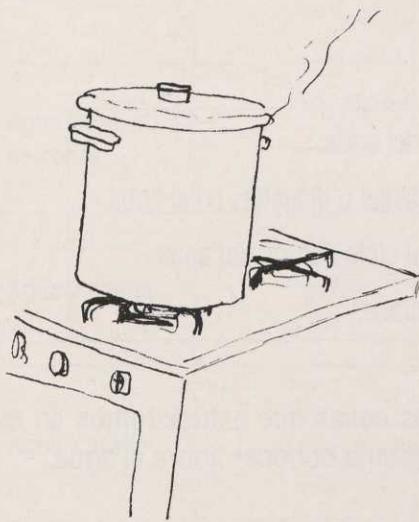
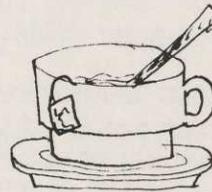
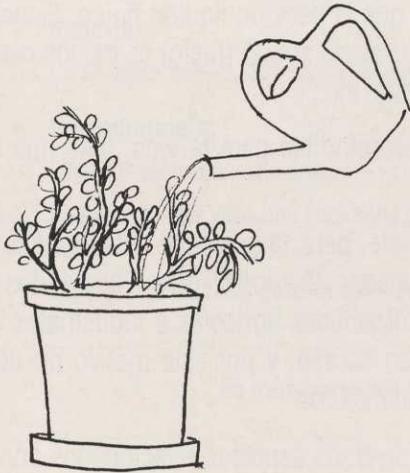
- *Temporalización:* una hora.
- *Tipo de actividad:* trabajo en grupo.
- *Observaciones:* el resultado del trabajo puede ser una exposición de los carteles por todo el centro.

Actividad 3.6: ¿Qué hemos aprendido en este capítulo?

- *Temporalización*: media hora.
- *Tipo de actividad*: cuestionario.
- *Observaciones*: de nuevo se plantea una actividad de síntesis. Como siempre, es importante evitar que el alumnado dé definiciones no elaboradas por él. Si se cree conveniente, la actividad puede realizarse en grupo y provocar una evaluación entre grupos (el trabajo de un grupo lo corrige otro grupo).

Imagina que una mañana al abrir el grifo para lavarte, en lugar de agua saliera naranjada. La primera reacción, después de la sorpresa, quizá sería de alegría. ¡Qué suerte! ¿Pero te imaginas cómo sería lavarte, regar las plantas, limpiar el coche... con naranjada?

Capítulo I: “Los ‘poderes’ del agua”



Actividad 1.1: ¿Por qué aprender cosas sobre el agua?

Estamos tan acostumbrados al agua, que no nos fijamos en lo especial que es.

El agua es la única sustancia que:

- Podemos beber, bañarnos, regar plantas...
- Podemos encontrar en la Tierra como sólido (hielo), líquido o gas (vapor de agua).
- Si es pura, no tiene color (es incolora), no tiene olor (es inodora), no tiene sabor (es insípida).

También tiene otras propiedades muy singulares que la hace un líquido único, disuelve muchas sustancias, puede acumular mucho calor, en estado sólido (hielo) es menos densa que en estado líquido y por esto el hielo flota en el agua, etc.

Estas características la hacen una sustancia imprescindible para la vida, para que los animales y plantas vivan.

La cantidad de agua dulce en la tierra es constante, pero la sociedad actual consume mucha más agua de la que corresponde a las necesidades de subsistencia. Los hábitos de limpieza y lúdicos (deportivos, recreativos) y las utilidades agrícolas e industriales del agua hacen que ésta se esté convirtiendo en un bien escaso, y por este motivo no debe malgastarse ni contaminarse y debe ser aprovechada al máximo.

En este tema profundizaremos en el estudio de diversos aspectos relacionados con el agua que nos pueden ayudar a comprender mejor por qué el agua es un material tan especial y por qué es necesario no malgastarla.

En concreto estudiaremos:

- Algunas propiedades características del agua.
- Maneras de separar sustancias mezcladas o disueltas en el agua.
- Cómo ha modificado la Humanidad el ciclo natural del agua.
- Las repercusiones de estas modificaciones.

1. Haz un dibujo o cómic que refleje todas las cosas que estudiaremos en este tema. Dibuja también otras cosas que te gustaría conocer sobre el agua.

Actividad 1.2: ¿Disuelve el agua todo tipo de sustancias?



Cuando mezclamos azúcar en agua o en leche decimos que el azúcar se disuelve.

1. Cuando ponemos harina y removemos, ¿también se disuelve? ¿Por qué?
2. ¿Cómo podemos saber que una sustancia se ha disuelto? Intenta explicar qué es una disolución y cómo sabes que una sustancia se ha disuelto en otra.

Los científicos, a través de los años, también han ido elaborando criterios y argumentos para explicar qué es una disolución. A través de las siguientes actividades conoceremos qué mezclas son disoluciones y compararemos si nuestros puntos de vista son parecidos o no a los de los científicos.

A) ¿Cómo podemos saber si una mezcla es o no una disolución?

Para intentar responder a esta pregunta vamos a añadir al agua diferentes sustancias observando posteriormente lo que sucede en cada caso.

- **Material:**

Cinco vasos iguales, una cucharilla, sal, sulfato de cobre, harina, aceite, tierra y tinta.

- **Procedimiento:**

Llena los vasos con agua fría.

Añade al primer vaso una cucharilla de sal, una de sulfato de cobre en el siguiente y así sucesivamente.

Espera unos minutos, observa qué sucede y rellena el siguiente cuadro:

	<i>¿Es transparente?</i>	<i>¿Se observan los dos componentes?</i>	<i>¿Crees que es una disolución?</i>	<i>¿Por qué?</i>
Agua y sal				
Agua y sulfato de cobre				
Agua y harina				
Agua y aceite				
Agua y tierra				
Agua y tinta				

Lee en la página siguiente la **Información 1.1: Clases de mezclas** y compara tus opiniones con la explicación que se da sobre qué es una disolución.

¿Qué mezclas continúas creyendo que son disoluciones y cuáles no? ¿Por qué?

Sustancias puras y mezclas

En la Naturaleza, la mayoría de los materiales que se encuentran son *mezclas* de distintas sustancias. Para obtener aquellas sustancias que son útiles al hombre es preciso, en muchos casos, someter las mezclas a procedimientos de separación.

Una *sustancia pura* es una materia que no está mezclada con ninguna otra diferente. Las sustancias puras tienen unas propiedades características bien determinadas.

Las *mezclas* contienen dos o más tipos de sustancias. Las propiedades de una mezcla dependen de la cantidad y de la clase de cada una de las sustancias que la forman.

Mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas

En ciertas mezclas no es posible observar a simple vista, ni con ayuda de un microscopio, las diferentes sustancias que la componen. Tampoco es posible saber, solamente por su aspecto visual, si son mezclas o sustancias puras. Son las llamadas *mezclas homogéneas*. Es el caso del agua del mar, del aire (formado por una mezcla de distintos gases) o del acero inoxidable (mezcla de distintos metales).

En otras mezclas, en cambio, se pueden distinguir sus componentes, bien a simple vista, bien con la ayuda del microscopio. Las conocemos como *mezclas heterogéneas*. El oro mezclado con la arena es un ejemplo. También lo son la mayoría de las rocas, la mezcla del aceite con el agua, etc.

Disoluciones y aleaciones

Las mezclas homogéneas entre una sustancia líquida y otra sólida, gaseosa o también líquida, se llaman *disoluciones*. El líquido que resulta de la mezcla es siempre transparente, aunque puede ser coloreado. La sustancia que se encuentra en mayor proporción se llama *disolvente*, y la que se encuentra en menor proporción, *solute*.

El agua es el disolvente más importante de la Naturaleza y es capaz de disolver un sinnúmero de sustancias.

Otra clase importante de mezclas homogéneas son las *aleaciones*, formadas por varios metales o bien por un metal y otras sustancias.

Coloides y suspensiones

Una mezcla heterogénea de un líquido con un sólido, como la que forman la arcilla con el agua, o la harina con el agua, se llama *suspensión*. Generalmente cuando una suspensión se deja en reposo durante un cierto tiempo, el sólido se deposita en el fondo de la vasija.

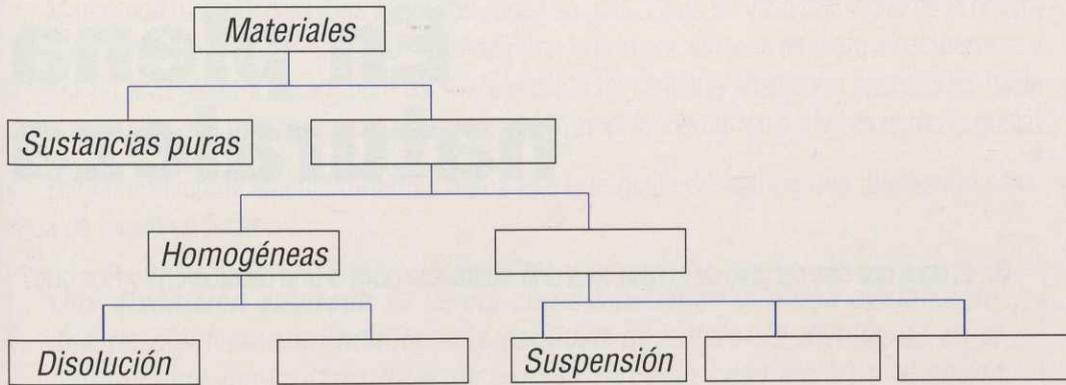
Pero existen otras mezclas heterogéneas en las que los componentes no se distinguen fácilmente. Así ocurre, por ejemplo, con la mayonesa o con la niebla. Estas mezclas reciben el nombre de *coloides*. Cuando se dejan en reposo, las sustancias que contienen no sedimentan.

(Adaptación de CASAJUANA, R., y otros (1989):
Planeta 8. Ed. Vicens Vives.)

B) ¿Qué tipos de mezclas hay?

Después de leer la Información 1.1: *Clases de mezclas*:

1. Completa con los conceptos adecuados:



2. Define con tus palabras qué es una disolución.

3. ¿Cómo se puede saber si una sustancia se ha disuelto o no?

4. Juan dice que la harina se ha disuelto en el agua porque al remover se ha repartido por toda el agua. ¿Estás de acuerdo? ¿Por qué?

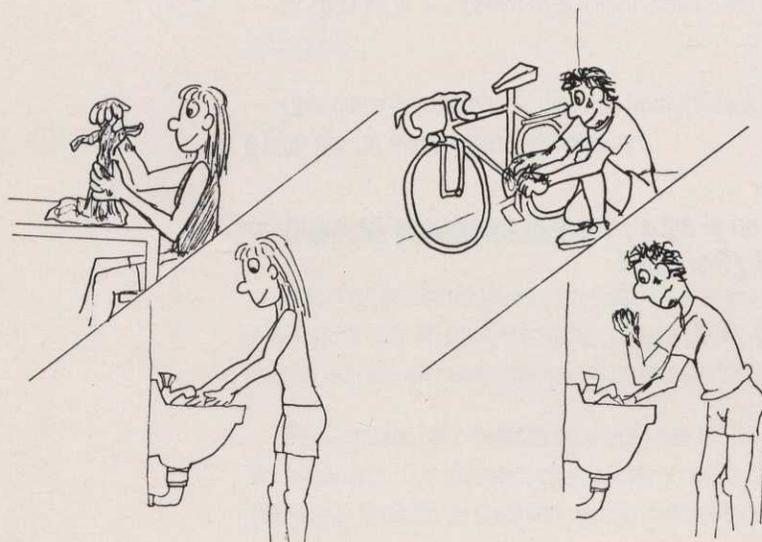
5. Cuando se habla del agua pura de montaña, ¿crees que realmente se quiere decir que es una sustancia pura? Razona tu respuesta.

AGUA PURA

En plena naturaleza

6. El agua que sale del grifo de tu casa, ¿es una sustancia pura o una disolución? ¿Por qué?

7. Si nos ensuciamos las manos con tierra o barro es fácil limpiarlas lavándolas con agua. Si nos ensuciamos las manos con aceite o grasa, de la bicicleta por ejemplo, no es posible limpiarlas con agua. Explica qué diferencia hay entre las dos situaciones. ¿Con qué te lavas las manos en la segunda situación? ¿Por qué?



Actividad 1.3: *¿Siempre es más fácil disolver sustancias en agua caliente que en agua fría?*

A) El problema de cómo conseguir que la leche sea muy dulce

María cada mañana desayuna leche con cacao soluble. Llena un vaso con leche de la nevera y va añadiendo cucharadas de cacao. Cuando pone la primera, la leche empieza a oscurecerse y a tener un leve gusto a cacao, pero así no le gusta. Ella continúa añadiendo cucharadas hasta que por mucho que remueva el cacao se le deposita en el fondo del vaso. ¡Así es como le gusta!

Hablando científicamente diríamos que a María le gusta desayunar una disolución saturada de cacao en leche.

Una **disolución saturada** se define como aquella en que una cierta cantidad de disolvente no admite más cantidad de soluto. El disolvente es el componente mayoritario de la disolución (en este caso leche) y el soluto el componente minoritario; el cacao es el soluto.

1. Una mañana que está muy resfriada decide tomar leche caliente. Hasta llegar a la disolución saturada que a ella le gusta tendrá que poner:

¿Más cucharadas que en leche fría?

¿Menos cucharadas que en leche fría?

¿La misma cantidad que en leche fría?

Escoge una de las opciones y explica el motivo de tu elección.

2. ¿Crees que en agua caliente se podrán poner más cucharillas de azúcar antes de llegar a una disolución saturada?

Experiencia

En esta experiencia vamos a ver qué cantidad de azúcar podemos disolver en un vaso de agua fría y en un vaso de agua caliente.

Material:

Dos vasos iguales; una cucharilla; azúcar; termómetro.

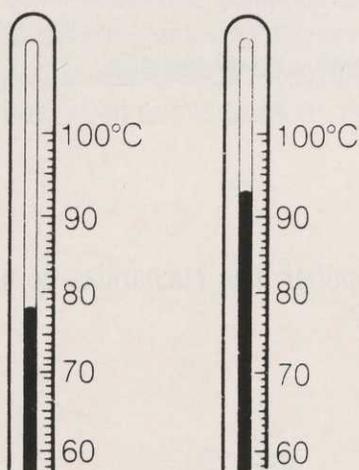
Procedimiento:

1. Llena un vaso hasta la mitad.
2. Mide la temperatura del agua.
3. Ve añadiendo cucharadas de azúcar hasta obtener una disolución saturada.
4. Anota la información recogida en el cuadro siguiente.
5. Llena el otro vaso con la misma cantidad de agua que el anterior, pero en este caso de agua muy caliente, y repite la misma experiencia.

	Medio vaso de agua fría a ___°C	Medio vaso de agua caliente a ___°C
Número de cucharillas de azúcar		

3. ¿Crees que es importante hacer la experiencia con la misma cantidad de agua en los dos vasos? ¿Por qué?

4. Escribe una conclusión de esta experiencia.



Termómetro: Cuando utilices el termómetro recuerda seguir estas normas:

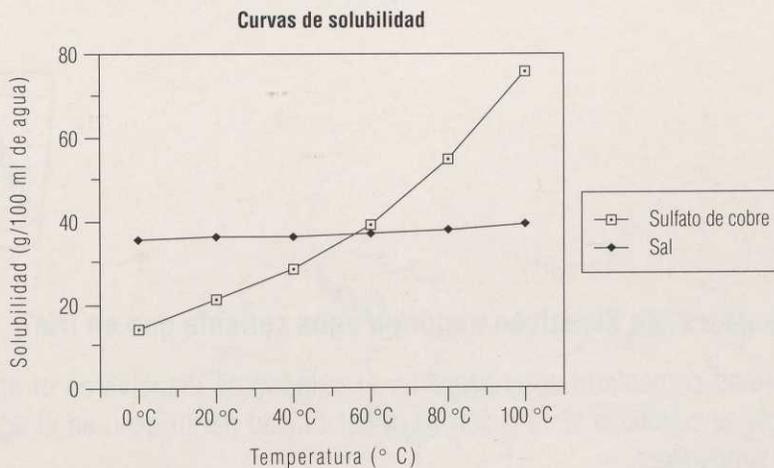
- Trátalo con cuidado, es muy delicado.
 - Mira la escala y asegúrate de que entiendes cómo está graduada.
 - Mantén el termómetro dentro de la sustancia de la que quieras saber la temperatura mientras estás leyendo la temperatura.
- a) Hagamos una prueba de lectura. ¿Qué temperatura marcan los siguientes termómetros?

B) ¿Todas las sustancias se comportan como el azúcar?

En el laboratorio has visto que se puede disolver mayor cantidad de azúcar en agua caliente que en agua fría, has podido concluir que en este caso la solubilidad (véase página siguiente) depende de la temperatura.

1. ¿Se puede decir que es siempre cierto? ¿Pasa lo mismo con otras sustancias?

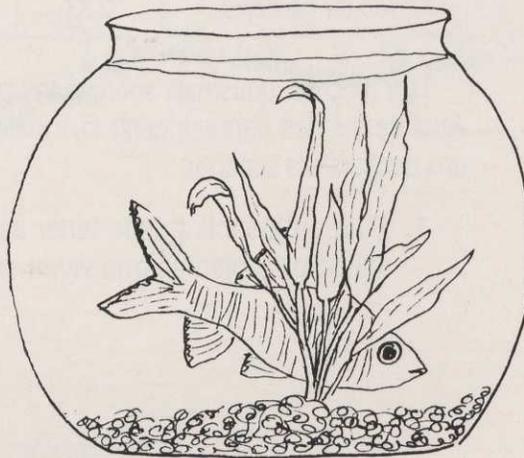
Mira esta gráfica. Las curvas indican la cantidad máxima de sal y de sulfato de cobre que se disuelve en 100 mililitros de agua a distintas temperaturas.



- Ana calienta el agua porque quiere disolver más cantidad de sal. ¿Crees que notará mucha diferencia entre disolverla en agua caliente y en agua fría? ¿Por qué?
- Si se plantea la misma situación con sulfato de cobre, ¿notará la diferencia entre hacerlo con agua caliente y con agua fría?

Información 1.2. Los gases también pueden disolverse en agua

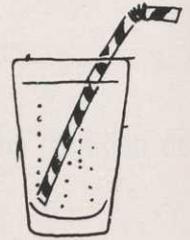
Si pones un vaso de agua fría en un lugar cálido durante un día, podrás observar unas burbujas de aire que suben a la superficie. Estas burbujas contienen parte del oxígeno que estaba disuelto en el agua. El hecho que el agua de los ríos, mares y lagos contenga oxígeno disuelto permite que los peces, plantas y animales acuáticos puedan vivir. Los gases, por tanto, también se disuelven en agua, pero en este caso, al aumentar la temperatura disminuye la solubilidad; ésta es la razón por la que muchas especies de peces, animales acuáticos, viven en agua fría, que es rica en oxígeno, y mueren en agua templada.



- El agua que ponemos en un acuario donde viven peces, ¿contiene oxígeno disuelto? ¿Cómo lo puedes saber? ¿Se puede ver a simple vista?

¿Por qué será necesario cambiar a menudo el agua de una pecera?

2. Las bebidas con gas son mezclas de un líquido (naranja, limonada, cola, agua, etc.) con un gas llamado dióxido de carbono. Observamos un vaso de gaseosa. ¿Es una mezcla homogénea o heterogénea? ¿Cómo lo sabes?



C) ¿Y los gases, se disuelven mejor en agua caliente que en fría?

Como hemos comentado anteriormente, el oxígeno se disuelve en el agua. En la siguiente tabla se cuantifica la variación de la solubilidad del oxígeno en el agua dependiendo de la temperatura.

Solubilidad (g soluto/100 g agua)					
<i>Temperatura °C</i>	0	20	40	60	80
<i>Sustancia</i>					
<i>Oxígeno</i>	0,007	0,004	0,003	0,002	0,001
<i>Dióxido de carbono</i>	0,33	0,17	0,10	0,06	...

Hay muchas industrias, sobre todo las centrales nucleares y las térmicas, que utilizan el agua de los ríos para refrigerar sus instalaciones; una vez utilizada, la devuelven al río, a una temperatura superior.

1. ¿Qué influencia puede tener este aumento de temperatura en la vida de los animales y plantas que viven en el río?
2. Escribe una conclusión respecto a la influencia de la temperatura en la solubilidad en agua de distintas sustancias.

La **solubilidad** de una sustancia pura es la masa de dicha sustancia que puede disolverse en 100 ml de agua a una temperatura determinada hasta conseguir una disolución saturada. Es una propiedad característica de las sustancias, es decir, cada sustancia tiene una.....que permite reconocerla y distinguirla de otras.

Actividad 1.4: *No todos los líquidos se comportan igual*

1. Observa este dibujo.



a) ¿Qué material es el que flota sobre el agua y está ardiendo?

— ¿Recuerdas algún caso en el que se haya producido un accidente similar a éste? Mencionalo.

— ¿Conoces otros líquidos que floten sobre el agua? Cítalos.

b) Marta, María, Juan y Miguel discuten sobre cuál es el motivo por el que el petróleo flota sobre el agua.

Marta dice: *“El petróleo flota porque pesa menos que el agua. Cuando un material pesa menos que otro, flota.”*

Juan dice: *“Yo creo que el peso no tiene nada que ver: el petróleo flota porque no puede mezclarse con el agua; son dos materiales inmiscibles, como el aceite y el agua. Al no poderse mezclar, queda encima.”*

María responde: *“La causa de que el petróleo flote es que es menos denso que el agua. No puede ser el peso porque un kilo de petróleo pesa lo mismo que un kilo de agua de mar.”*

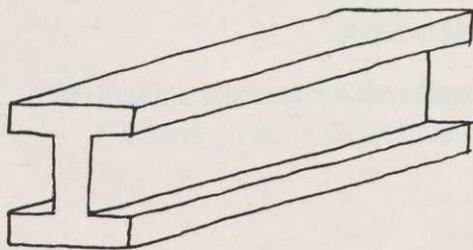
Miguel, en cambio, opina que es una cuestión de cantidad. Dice: *“El petróleo flota porque hay mucha menos cantidad que de agua; además, el petróleo ha caído encima del agua.”*

2. ¿Cuál o cuáles de las opiniones expresadas por estos cuatro compañeros refleja mejor lo que tú opinas? ¿Por qué?

3. ¿Crees que ninguno de ellos tiene razón? ¿Por qué?

Actividad 1.5: Volumen, masa, densidad

1. “El kilo de paja y el kilo de hierro”.



Supón que tienes un kilo de paja y un kilo de hierro macizo. ¿Cuál crees que ocupará un espacio (volumen) mayor? ¿Por qué?

2. “El litro de aceite y el litro de agua”.

Supón que tienes un litro de agua y un litro de aceite. ¿Cuál crees que pesará más? (es decir, tendrá más masa). ¿Por qué?

3. “El ovillo de lana”.

La lana, a veces, se compra por kilos. Supón que has comprado un ovillo que pesa medio kilo (tiene una masa de medio kg). Al llegar a casa, tu hermana pequeña se pone a jugar con él y lo enreda todo.

¿Crees que ha cambiado el volumen de la lana?

¿Ha cambiado la masa?

¿Y la densidad?

Justifica tus respuestas.

Información 1.3. La DENSIDAD es una propiedad característica de las sustancias puras

Decir que el hierro pesa más que la paja es una afirmación no correcta, porque puedes tener dos kg de paja y solamente 100 g de hierro. Lo que sí se puede decir es que cogiendo una misma masa de ambos materiales ocupará más espacio o volumen la paja. Esta relación entre la masa y el volumen de los materiales es lo que define la **densidad**.

Si alguien te dice que tiene 1 kg o 1 cm³ de un material, esta información es insuficiente para saber de qué material se trata; en cambio, si te dice que tiene un material de densidad 0,792 g/cm³ (a 20 °C), podrías saber con casi total seguridad que se trata de alcohol (del que puedes comprar en las farmacias). Cada material tiene una densidad propia y diferente. **La densidad es también una propiedad característica.**

4. Después de leer la información 1.3 intercambia tu ejercicio con un compañero de la clase. Indica si ha respondido correctamente las cuestiones 1, 2 y 3. Explícale cómo puede mejorar sus respuestas.

CORRECCIÓN

Nombre del corrector/a:

Indica lo que consideras incorrecto, explica el motivo y sugiere cómo se podría mejorar.

Información 1.4. La densidad del agua

El agua pura tiene una densidad de 1 g/cm^3 a $4 \text{ }^\circ\text{C}$.

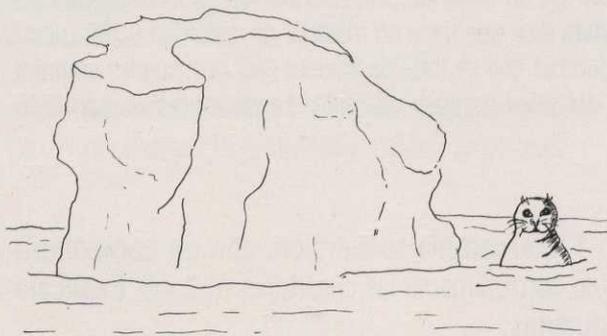
La densidad varía con la temperatura; por este motivo, cuando se calcula o se comunica una densidad es necesario especificar a qué temperatura. Por convenio se da valor 1 a la densidad del agua a $4 \text{ }^\circ\text{C}$.

El agua es una sustancia muy especial, ya que en estado sólido, es decir, cuando es hielo, es capaz de flotar sobre un volumen de sí misma en estado líquido, al contrario de lo que sucede con casi todas las sustancias conocidas. Esto es debido a que el agua en estado sólido es menos densa que en estado líquido.

Casi todos los sólidos cuando se funden se dilatan, es decir, aumentan su volumen, y continúan dilatándose al ir aumentando la temperatura. Por tanto, cuando se enfrían se contraen. El agua se comporta de una manera distinta, ya que entre los 4° y los 0° su volumen aumenta en lugar de disminuir. Ésta es la causa de que la densidad del hielo sea menor que la del agua en estado líquido. Este aumento de volumen al congelarse puede tener efectos perjudiciales en algunas ocasiones (puede hacer estallar los recipientes que la contienen o las tuberías por las que circula), pero también es fundamental para la conservación de la vida (sólo se congelan las superficies de lagos y mares, por lo que los organismos acuáticos pueden vivir bajo el hielo).

1. Piensa y anota a continuación alguna situación en que hayas observado este aumento de volumen del agua al congelarse.

Observa este dibujo.



2. ¿Qué material es el que flota sobre el agua? ¿Por qué flota?

3. Imagina que el hielo fuera más denso que el agua líquida y que, por tanto, se hundiera en el agua. ¿Qué crees que pasaría con los animales y plantas que viven en el agua? ¿Por qué?

Actividad 1.6: Para pensar un poco más

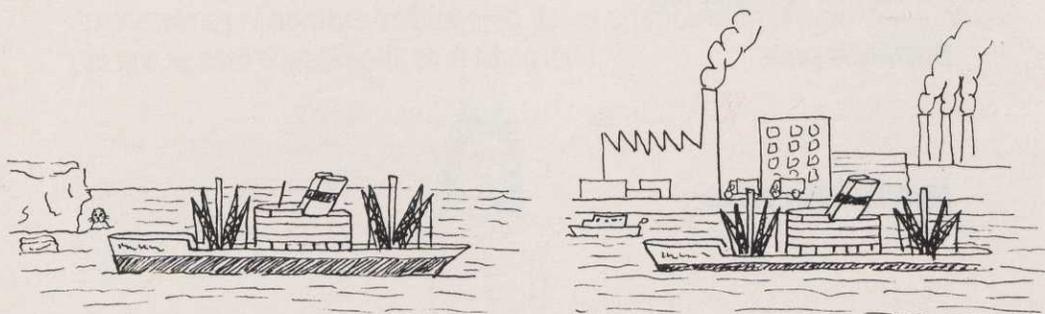
Acabamos de ver que la densidad del agua varía con la temperatura. Pero la densidad de los diferentes materiales y del agua también varía si se disuelven en ella otros materiales. Lee atentamente este texto:

La línea de máxima carga

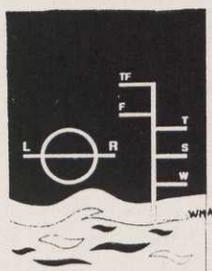
Debido a que el agua cambia de densidad, los barcos pueden flotar a distintos niveles en diferentes aguas, incluso llevando el mismo peso o carga. El nivel de flotación de los barcos es más alto en agua salada que en agua dulce, porque es más densa. También el nivel es más alto en los mares fríos que en los tropicales, porque el agua fría es más densa.

Si, por ejemplo, el barco va cargado hasta el límite para navegar en aguas frías, podría muy bien hundirse peligrosamente cuando navegue en las cálidas y menos densas aguas tropicales. Por eso la mayoría de barcos van señalizados en el casco con una escala llamada línea de máxima carga. Esta línea indica el nivel máximo de seguridad con que el barco puede ser cargado en cada tipo de agua.

1. Un barco navega por un mar de aguas muy frías. Un barco igual y con la misma carga navega por un río que pasa por una zona muy industrializada, cuya agua es utilizada para refrigerar sus instalaciones. ¿Qué dibujo corresponde a cada situación? Justifica tu respuesta.



2. Teniendo en cuenta la información antes citada, comenta el significado de las señales que aparecen en el casco de este barco.



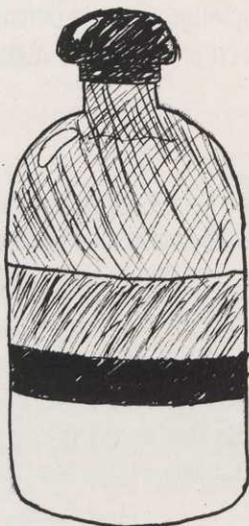
La línea de máxima carga.

Esta marca en un barco británico señala el nivel a que debería flotar el buque en agua dulce (F), a la izquierda, y en agua salada a la derecha; en los trópicos (T), en verano (S), en invierno (W) y en invierno en el Atlántico Norte (WMA). Las letras en los barcos de otras nacionalidades pueden ser diferentes.

Actividad 1.7: Líquidos decorativos

Andrés tiene que hacer un regalo. En una tienda le llama la atención un objeto: es un bote de cristal lleno de líquidos de distintos colores separados claramente. Es demasiado caro para su pobre presupuesto, así que piensa que podría hacerlo él.

Consultando distintos libros, decide que los líquidos que utilizará han de ser de densidades distintas y que no se mezclen entre ellos. Finalmente, utiliza agua, aceite, alcohol y glicerina. Los líquidos transparentes los tiñe de bonitos colores. Éste es su resultado:



También utiliza un densímetro, que le dejan en la escuela, para calcular la densidad de los distintos líquidos.

¿Serías capaz de hacer tú lo mismo?

Explica ordenadamente las acciones que harás para resolver esta situación.

1.º

2.º

...

Actividad 1.8: Hagamos un resumen de lo que hemos aprendido

1. Define con tus palabras:

Sustancia pura:

Mezcla heterogénea:

Disolución:

2. En este capítulo hemos conocido dos propiedades características de las sustancias puras.

¿Qué es una propiedad característica?

La primera propiedad estudiada ha sido la

La segunda propiedad estudiada ha sido la

3. En el texto están definidos, en las páginas 345 y 348, los conceptos de solubilidad y de densidad. Ahora defínelos con tus propias palabras, tal como los entiendes.

La solubilidad es

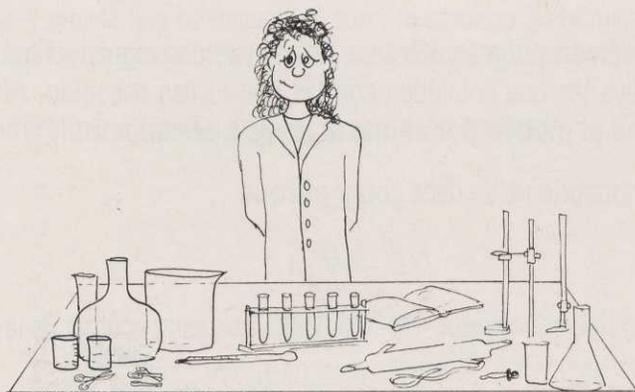
La densidad es

¿Es posible separar el aceite del agua? ¿De qué manera podemos obtener sal a partir de agua del mar? En este capítulo vamos a conocer **diferentes métodos para separar mezclas en el laboratorio**.

El trabajo será fundamentalmente práctico y se realizará en el laboratorio. Por este motivo también:

- Hablaremos de las **normas** que deben cumplirse cuando se trabaja en el laboratorio para evitar riesgos innecesarios.
- Aprenderemos el **nombre** y la **función** de los principales instrumentos y aparatos que se usan normalmente en el laboratorio.

Capítulo 2: “Llevamos el agua al laboratorio”



Actividad 2.1: Algunas normas de seguridad

1. ¿En qué lugares de la escuela crees que es más fácil tener un accidente y hacerte daño?

2. ¿Crees que el laboratorio es un lugar especialmente peligroso? ¿Por qué?

3. ¿En alguna ocasión, haciendo un experimento, has tenido la sensación de que era fácil tener un accidente? ¿Cuándo?

4. Escribe tres normas que según tu opinión tendría que cumplir cualquier persona cuando trabaja en el laboratorio.

—

—

—

5. Puesta en común. Comentad en gran grupo estas normas. ¿Cuál es la más importante?

6. A continuación encontrarás una serie de normas que regulan el trabajo en el laboratorio. Subraya las que coinciden con las que tú has escogido. Añade al lado de cada norma el motivo por el que la crees necesaria.

a) En el laboratorio no se debe correr porque...

b) Las mochilas, los abrigos, etc., no tienen que estar encima de la mesa porque...

c) No se deben hacer pruebas con materiales desconocidos porque...

d) No se deben tocar con los dedos ni oler los productos químicos porque...

- e) Cuando se calienta una sustancia con un tubo de ensayo no se puede dirigir el tubo hacia ninguna persona **porque...**
- f) Los productos líquidos deben diluirse antes de tirarlos por el fregadero **porque...**
- g) En el laboratorio no se puede comer ni beber y es necesario lavarse las manos al acabar la sesión de trabajo **porque...**
- h) Es recomendable utilizar bata y en caso de tener el pelo largo llevarlo recogido **porque...**
- i) Al finalizar el trabajo se debe dejar el material ordenado y limpio y comprobar que todas las llaves de paso estén cerradas **porque...**

7. Lee el siguiente texto y subraya todas las acciones que te parezca que no favorecen la seguridad en el laboratorio:

“Carlos entra corriendo en el laboratorio y tira la mochila encima de la mesa. La profesora todavía no ha llegado, así que aprovecha para comerse el bocadillo. Después, viendo que los materiales necesarios para el experimento están preparados encima de la mesa, decide empezar. Después de olerlos, mezcla dos líquidos que no conoce. Por mucho que agita no se mezclan y piensa que calentándolos quizá lo conseguirá. Revuelve todos los cajones hasta que finalmente encuentra las cerillas, enciende el fogón y empieza a calentar.”

¿Qué comentarios harías de la actuación de Carlos?

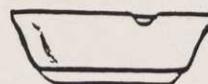
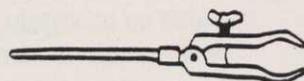
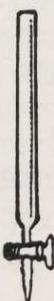
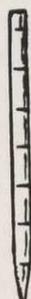
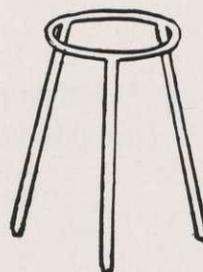
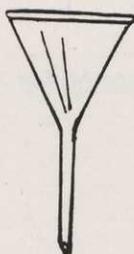
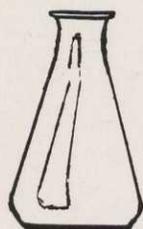
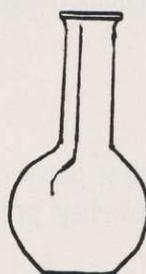
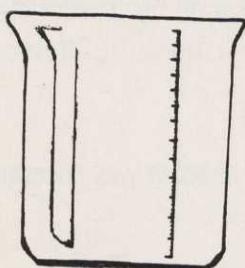
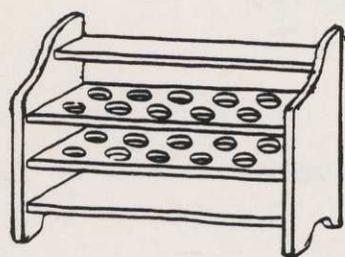


Información 2.1. Material de laboratorio

Aquí tienes el dibujo y el nombre del material que se utiliza más frecuentemente en el laboratorio:

Vaso de precipitados, matraz, erlenmeyer, embudo, probeta, pipeta, bureta, tubo de ensayo, termómetro, embudo de decantación, cápsula de porcelana, pinzas, rejilla, soporte, gradilla.

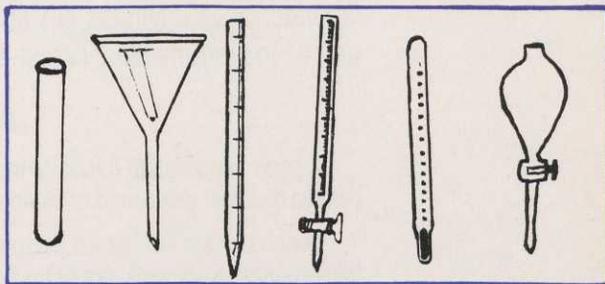
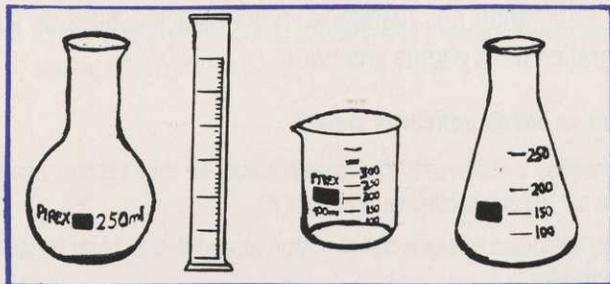
1. Coloca el nombre correspondiente debajo de cada objeto. Indica para qué sirve.



TIENE BASE

SÍ

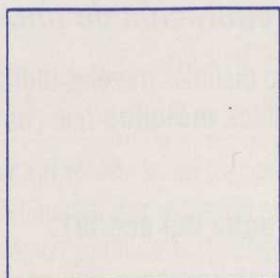
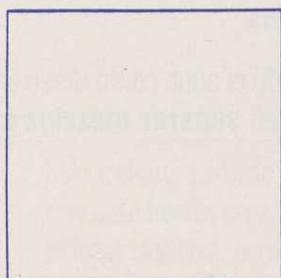
NO



TIENE PICO PARA VERTER

SÍ

NO



ES MÁS LARGO QUE ANCHO

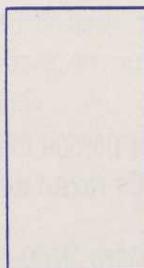
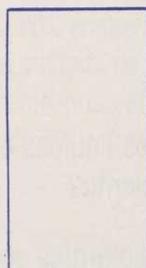
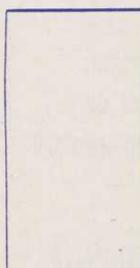
TIENE LOS LADOS INCLINADOS

SÍ

NO

SÍ

NO



Probeta

Vaso de precipitados

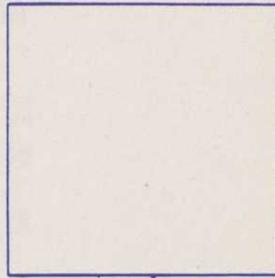
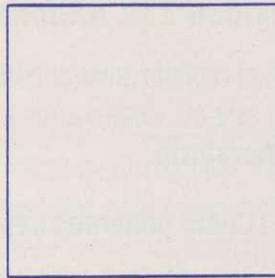
Erlenmeyer

Matraz

TIENE GRADUACION

SÍ

NO



TIENE LOS DOS EXTREMOS CERRADOS

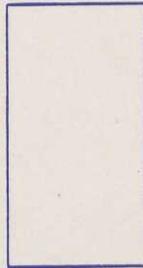
TIENE LOS DOS EXTREMOS ABIERTOS

SÍ

NO

SÍ

NO



Termómetro

TIENE LLAVE

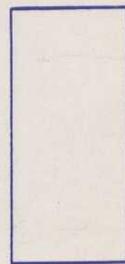
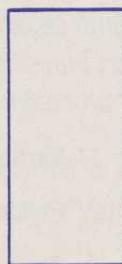
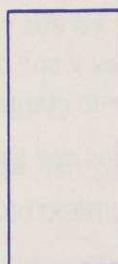
TIENE LLAVE

SÍ

NO

SÍ

NO



Bureta

Pipeta

Embudo de decantación

Embudo

Actividad 2.2: Clasifiquemos el material de vidrio

En esta actividad vamos a hacer una clave de identificación con el material de vidrio del laboratorio; así mientras la vamos elaborando nos fijaremos en las características de cada uno de los instrumentos. (Véase el gráfico de la página anterior.)

¿Cómo se puede aplicar la clave?

A partir del conjunto inicial de instrumentos y observando sus características, se debe escoger una que permita dividir el grupo en dos: el formado por los que la cumplen y los que no.

Dentro de cada uno de los dos grupos obtenidos se sigue con el mismo procedimiento hasta llegar a la individualización de cada uno de los instrumentos.

En la página anterior hay una propuesta de organización. Complétala junto a tus compañeros de grupo.

El resultado de vuestro trabajo puede convertirse en un póster para el laboratorio.

Actividad 2.3: Métodos de separación de mezclas

En el capítulo anterior hemos hecho distintas mezclas utilizando el agua como disolvente. En esta actividad vamos a ver distintos **métodos** que permiten **separar mezclas en el laboratorio**.

A) ¿Cómo podemos separar el agua del aceite?

1. Recuerda qué pasa cuando mezclamos agua con aceite: el aceite y el agua no se mezclan y el aceite queda flotando encima del agua.

a) ¿Cómo explicarías a un amigo o amiga menor que tú por qué pasa esto?

b) Elena, al explicarlo, dijo que esto pasaba porque los dos líquidos eran inmiscibles. ¿Qué crees que quería decir? ¿Es razón suficiente?

Una vez que tenemos la mezcla de agua y aceite, se nos plantea el problema de cómo separar los dos componentes. Siempre que tenemos que separar dos líquidos inmiscibles y con densidades distintas utilizamos el embudo de decantación. El procedimiento que se debe seguir para hacerlo correctamente es:

- 1. Verter los dos líquidos que se van a separar en el embudo de decantación.*
- 2. Esperar hasta obtener una superficie neta entre los dos líquidos.*
- 3. Abrir la llave del embudo y dejar caer lentamente el líquido más denso.*

Cerrar la llave cuando haya caído todo en el vaso de precipitados.

2. Te serviría un embudo de decantación para separar una mezcla de agua y alcohol. ¿Por qué?

(Para responder a esta pregunta seguramente te puede ser útil saber que la densidad del alcohol a 20° es 0,789 g/cm³, que la del agua a la misma temperatura es de 0,998 g/cm³ y que el alcohol es soluble en el agua.)

3. Invéntate un sistema para separar aceite y vinagre si no tuvieras un embudo de decantación. ¿Qué inconveniente tendría tu sistema?

Este método, llamado **decantación**, se utiliza para separar mezclas heterogéneas. En este caso hemos separado líquidos aprovechando que son inmiscibles y que tienen densidades distintas, pero también se utiliza la decantación para separar mezclas heterogéneas de líquidos con sólidos; por ejemplo, agua con arena o agua con serrín.

La única condición que deberá cumplir la mezcla para poder utilizar este método es que se pueda obtener una superficie neta y clara de separación entre sus dos componentes.

En el caso de una mezcla entre sólido y líquido, como por ejemplo agua y arena, en que el sólido queda por debajo del líquido, no se utiliza el embudo de decantación, sino que se hace con una varilla, tal como indica el dibujo.



4. Pon dos ejemplos de otras mezclas que se puedan separar con este método.

— Un sólido y un líquido:

— Un líquido y un líquido:

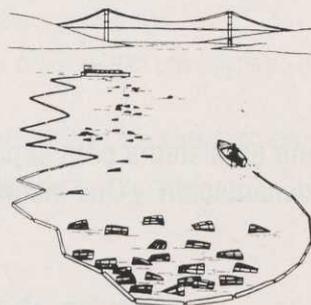
B) ¿Cómo podemos separar el petróleo del agua del mar?

Separar el aceite del agua en el laboratorio es relativamente sencillo, pero ¿qué se hace cuando cae petróleo en el mar? En esta situación también tenemos dos líquidos inmiscibles y con densidades muy distintas, pero la solución no es tan fácil.

Frente a este problema, por desgracia cada vez más habitual, se han utilizado distintos métodos. A continuación se explican algunos de los aplicados en casos concretos.

En 1967 un petrolero, el *Torrey Canyon*, tuvo un accidente delante de las costas inglesas. Como consecuencia, 80 millones de litros de petróleo se vertieron en el mar. La solución que se propuso fue tirar encima del petróleo grandes cantidades de detergente, para facilitar así su disolución en el agua del mar. Este método no resultó eficaz. La mancha de petróleo se extendió todavía más y afectó a más peces y aves marinas. El detergente utilizado resultó ser venenoso para algunos organismos marinos.

En 1971 dos petroleros chocaron frente las costa de San Francisco. En esta ocasión el método que se utilizó fue tirar balas de paja encima del petróleo. Cuando la paja estaba empapada de petróleo, los barcos, la mayoría pilotados por voluntarios, recogían las balas de paja. Este método resultó muy laborioso y también murieron grandes cantidades de aves al quedar sus alas impregnadas de petróleo. Las aves se hundían para pescar en agua limpia y salían a la superficie en medio del petróleo. El petróleo impregnó sus alas y no podían volar. También el petróleo les hizo perder la capacidad de aislarse del frío de las aguas.



En los accidentes más recientes, como el ocurrido el año 1992 frente a las costas gallegas, se ha intentado paliar el efecto perjudicial del petróleo con la utilización de productos químicos y con microorganismos que favorecen la destrucción del petróleo. A continuación se recoge un artículo periodístico que explica cómo se hizo.



Aspecto del agua y las rocas cubiertas por el petróleo del *Aegean Sea*

Bacterias: una solución de cientos de millones

■ La sociedad hispano-rusa QM y Unicom asegura poder acabar con la mancha de petróleo de la costa de La Coruña. Su método consiste en el empleo de una bacteria, bautizada como Putidoil, que pertenece a la especie de las pseudomonas y que existe de forma habitual en la naturaleza, pero con concentraciones muy bajas. Esta bacteria descompone los hidrocarburos en sus elementos mínimos sin provocar ninguna consecuencia nociva. Una vez destruido el hidrocarburo, la bacteria muere.

Según el gerente de la empresa Jordi Vila, lo que aumenta el coste del uso de este método no es la bacteria en sí, sino los medios empleados para aplicarla: barcos y aviones. Actuar sobre la contaminación de un puerto como el de Barcelona que tuviera una mancha de petróleo de un milímetro de espesor en una superficie de unas 10 hectáreas costaría de 10 a 17 millones de pesetas. En el caso de La Coruña, "estamos hablando de cientos de millones de pesetas", dijo Vila a este diario.

La Vanguardia, 6 de diciembre de 1992

1. Haz un resumen de los tres métodos utilizados en estos tres accidentes para separar el petróleo del agua del mar. ¿Qué ventajas e inconvenientes tiene cada uno? ¿Por qué el petróleo es tan perjudicial para los animales que viven o se alimentan en el mar?

C) ¿Cómo podemos separar la harina del agua?

Recuerda qué pasa cuando mezclamos el agua con harina.

1. ¿Cómo se denomina este tipo de mezcla?
2. ¿Sería posible separar el agua de la harina utilizando la decantación?
¿Por qué?

La gran variedad de mezclas con que nos podemos encontrar hace necesario que existan también gran variedad de métodos de separación de las mismas.

A continuación vamos a ver cómo se realizaría la separación de la harina del agua utilizando un método llamado **filtración**.

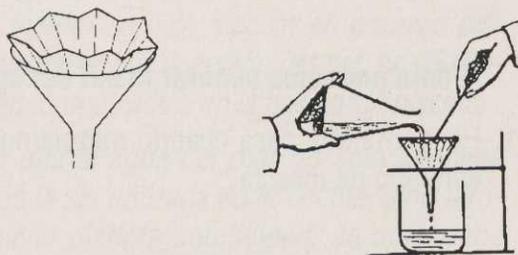
Material:

Agua, harina, papel de filtro, embudo, varilla de cristal, erlenmeyer.



Procedimiento:

1. Mezcla el agua con la harina.
2. Dobla el papel de filtro, como indica el dibujo.
3. Pon el papel de filtro dentro del embudo y coloca el embudo en el erlenmeyer.
4. Utilizando la varilla como guía, vierte el agua con harina en el embudo.



3. Separa por este método una mezcla de agua y harina. Explica qué pasa.

4. ¿Qué material queda retenido en el papel de filtro?

5. ¿Cómo explicas que un material queda retenido por el papel de filtro y otro pasa a través de él?

La **filtración** se utiliza para separar mezclas heterogéneas entre sólidos y líquidos, es decir, mezclas en las que el sólido no se ha disuelto. Cuando hacemos pasar esta mezcla a través de un papel de filtro observamos que el líquido pasa a través de los poros del papel de filtro, pero el sólido no. La filtración se basa en que el tamaño de las partículas de una de las sustancias es mayor que el de los poros del papel de filtro.

6. Pon tres ejemplos de otras mezclas que puedan separarse con este método.

—

—

—

En determinados casos, cuando el tamaño de las partículas disueltas en el agua es tan pequeño que pasan a través de algunos filtros, se puede añadir a la mezcla un **floculante**. Un floculante es una sustancia que activa el proceso de agregación de las partículas, permitiendo la formación de partículas de mayor tamaño, que así pueden quedar atrapadas en el filtro. Uno de los floculantes más utilizados es el sulfato de aluminio o “alúmina”.

Este procedimiento se utiliza especialmente en el proceso de depuración del agua.

D) ¿Cómo podemos separar la sal del agua?

1. Recuerda qué pasa cuando mezclamos agua con sal. ¿Cómo se denomina este tipo de mezcla?

2. ¿Nos serviría alguno de los métodos anteriores para separar el agua de la sal? ¿Por qué?

El método que vamos a ver a continuación se llama **evaporación**.

Material:

Agua, sal, vaso de precipitados, cápsula de porcelana y fuente de calor.

Procedimiento:

1. Disuelve la sal en el agua.
2. Coloca la disolución en una cápsula de porcelana.
3. Calienta la disolución y deja evaporar toda el agua.
4. Observa el residuo que se obtiene.

Cuando la disolución es diluida:



Cuando la disolución es saturada:



La **evaporación** se utiliza para separar mezclas homogéneas entre sólidos y líquidos, es decir, para recuperar un sólido disuelto en un líquido. El líquido, al ser calentado, se evapora y queda como residuo el soluto, es decir, la sustancia disuelta.

3. Pon tres ejemplos de otras disoluciones que puedan separarse con este método.

-
-
-

Las salinas

La obtención de sal en las salinas se basa en este mismo método. El agua con gran cantidad de sal disuelta en su interior se deja reposar en grandes piscinas poco profundas. El agua, al calentarse por la acción del sol, se va evaporando lentamente y la sal va quedando depositada en la base de la piscina.

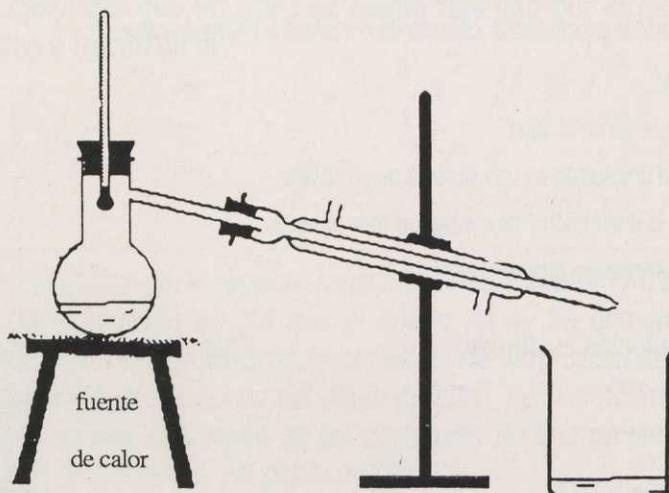
El proceso no es sencillo debido a que el agua del mar no sólo contiene sal común (cloruro de sodio), que es la sal utilizada en la cocina, sino también otras sales. Como cada sal tiene distinta solubilidad, se aprovecha esta diferencia para ir separando las distintas sales.

Información 2.2. Otros métodos de separación de mezclas

Destilación

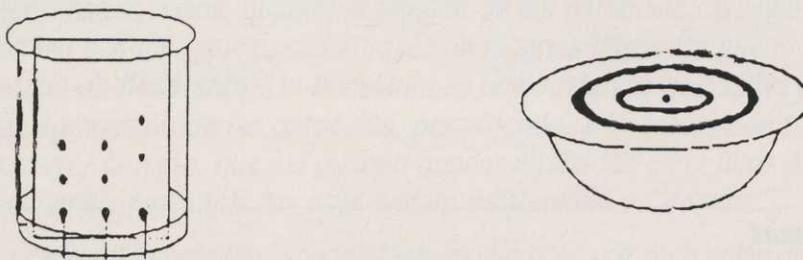
La destilación permite separar los componentes líquidos de una disolución cuyos puntos de ebullición sean diferentes.

Al calentar la mezcla hierve, y se evapora en primer lugar la sustancia que tiene un punto de ebullición más bajo. Los vapores se recogen y conducen a través de un condensador que, enfriándolos, los vuelve a licuar.



Cromatografía

Algunas sustancias, especialmente las que se encuentran en la materia viva, tienen propiedades muy parecidas (densidad, punto de ebullición, etc.), y no pueden separarse por los procedimientos descritos anteriormente. Se consigue, en cambio, mediante la cromatografía, que se basa en el hecho de que cada sustancia es arrastrada por un disolvente a lo largo de un papel de filtro o de una sustancia porosa a una velocidad distinta.



Actividad 2.4: Una aplicación: ¿cómo conseguir agua potable?

El agua que encontramos en la Naturaleza puede tener microorganismos y, como ya hemos visto, siempre lleva disueltas o en suspensión otras sustancias. Algunas de estas sustancias son el motivo de que generalmente no se pueda beber el agua de los ríos sin antes potabilizarla.

En esta actividad vamos a conocer cómo se puede obtener agua potable a partir de agua sucia y contaminada.

Para resolver esta situación aplicaremos algunos de los métodos de separación de mezclas que antes hemos estudiado.

Problema

Tenemos una muestra de agua muy sucia (la muestra la podemos recoger de algún río o prepararla) y queremos obtener agua que se pueda beber (potable).

1. Añadimos alumina al agua

Explica el motivo por el que añadimos alumina al agua.

2. Filtramos el agua con papel de filtro

Utilizando la filtración, ¿qué materiales podemos separar?

¿Crees que en el agua aún quedan materiales en suspensión? ¿Por qué?

¿Crees que en el agua aún quedan materiales disueltos? ¿Por qué?

¿Crees que el agua que ahora tenemos es potable?

3. Utilizamos el carbón activo como filtro

Para hacer otra mejora a la calidad de nuestra agua la vamos a filtrar de nuevo haciéndola pasar a través de una capa de carbón activo. El **carbón activo** absorbe algunas de las sustancias que lleva el agua en disolución. El carbón activo es la base de la mayoría de filtros de agua que hay en las casas.

¿Ha disminuido la cantidad de sustancias disueltas? ¿Cómo lo puedes saber?

¿Crees que el agua obtenida después de filtrar es potable? ¿Por qué?

¿Qué tipo de sustancias hay que añadir al agua para que sea potable? ¿Por qué?

4. Añadimos un desinfectante al agua

RESUMEN

Haz un resumen de los cuatro pasos que hemos realizado para obtener agua potable. En el próximo capítulo verás que estos pasos son muy semejantes a los que se realizan en una planta potabilizadora de agua.

Actividad 2.5: *Organicemos lo aprendido*

En esta actividad te proponemos que completes un cuadro donde aparecen los distintos métodos de separación de mezclas que hemos comentado en este capítulo. Rellena los espacios vacíos. No puedes repetir ningún método.

Cuando hayas terminado, un compañero o compañera corregirá tu cuadro indicando qué considera que está mal y explicando el motivo. Tú harás lo mismo con el trabajo de otro compañero o compañera.

Tipo de mezcla	Estado de los componentes	Ejemplo	Método de separación	Propiedad en que se basa
Homogénea		Sal/agua		
Heterogénea			Filtración	
				Diferente densidad de los componentes
			Cromatografía	
		Agua/alcohol		

CORRECCIÓN

Nombre del corrector/a:

Indica lo que consideras incorrecto, explica el motivo y sugiere cómo se podría mejorar.

Capítulo 3:
“¿Y qué pasa
con el agua?”



Actividad 3.1: Agua sucia, agua limpia



Cada día muchísimos millones de personas se lavan, limpian y utilizan agua. Abriendo simplemente el grifo de sus casas obtienen el agua que necesitan. Cuando la han utilizado, el agua sale por una cañería. ¿Dónde va a parar esa agua sucia? ¿De dónde y cómo llega el agua limpia a las casas?

1. Imagina una gota de agua. Piensa en el camino que sigue y en los cambios que le suceden en el circuito que hace en una ciudad. Haz una descripción lo más detallada posible de dicho circuito.

2. Ana ha ido de excursión a la montaña y ha bebido agua de un río. Al día siguiente tiene diarreas y vómitos. Una amiga le dice que seguramente es debido al agua que bebió. Ana asegura que no puede ser, que el agua estaba limpia y transparente. ¿Con quién estás de acuerdo? ¿Por qué?

3. A continuación hay una lista de conceptos. Al lado de cada uno pon un número según la tabla siguiente:

- | | |
|--|-------------------|
| 1. No lo sé. | 2. Lo sé un poco. |
| 3. Lo sé bastante bien. | 4. Lo sé bien. |
| 5. Lo puedo explicar a un amigo o amiga. | |

(...) ¿Qué es el agua potable?

(...) ¿Qué es el agua contaminada?

(...) ¿Qué es el agua depurada?

(...) ¿Qué son las aguas residuales?

(...) ¿Qué se entiende por agua dulce?

(...) ¿Es lo mismo agua pura que agua potable?

Éstos son algunos de los conceptos que revisaremos en las actividades siguientes con el objetivo de aclarar su significado. También hablaremos de posibles actuaciones, personales y colectivas, que facilitarían la conservación del agua.

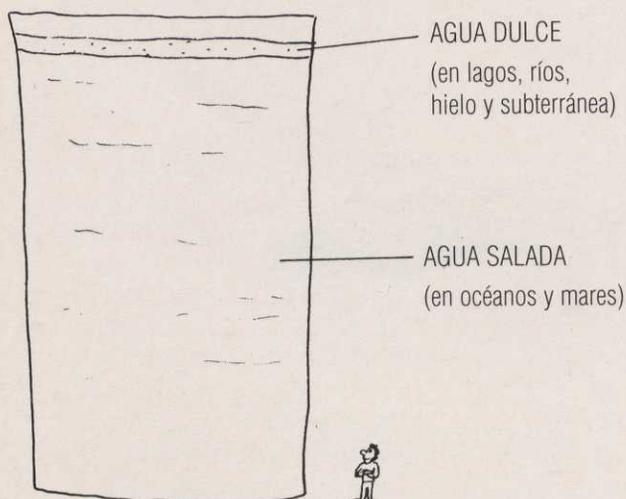
Información 3.1. Distribución del agua en la Tierra. Agua dulce y salada

¿Qué se entiende por agua dulce?

Cuando utilizamos esta expresión no nos referimos a agua con azúcar, sino al agua no salada, al agua que circula por los ríos, al agua almacenada en embalses y ríos, al agua de lluvia, al agua que sale por el grifo.

Podemos encontrarla bajo tierra, en ríos, lagos, embalses, icebergs... La usamos para lavar y para beber, para hacer electricidad, en la industria para hacer miles de productos, como el pan que comemos o el papel de este libro que estás leyendo.

Pero a pesar de la cantidad de agua dulce que hay en el planeta, la mayor parte es agua salada. Si pusiéramos toda el agua que hay en la Tierra en un enorme vaso, esto es lo que obtendríamos (mira el dibujo de al lado).



Pero no podemos utilizar la mayoría del agua dulce del planeta, porque las tres cuartas partes de estas aguas están congeladas formando los casquetes de los Polos Norte y Sur. Esto quiere decir que sólo podemos disponer de menos de un cuarto del total de agua dulce: la que es subterránea o está en los ríos y lagos. Además, en algunos lugares, el agua subterránea es tan profunda que es demasiado costoso bombearla hasta la superficie, por lo cual la cantidad de agua dulce que podemos utilizar es muy pequeña.

Esto hace del **agua un bien precioso.**

Actividad 3.2: ¿Qué contamina el agua?

Si buscamos en el diccionario la definición de “contaminar” encontramos: “Penetrar la suciedad en un cuerpo causando en él manchas y fetidez.”

1. Cuando se habla de contaminar el agua, ¿te parece que esta definición es adecuada? Escribe una definición mejorada.
2. Pensad entre toda la clase qué sustancias son las que contaminan las aguas. Escríbelas a continuación.

Información 3.2. Tipos de contaminantes

Los contaminantes se pueden clasificar **según su origen**:

Contaminantes biológicos

Es la materia orgánica (bacterias, virus y parásitos) que se encuentra en suspensión en el agua. Normalmente llegan al río a través de las aguas fecales o de las aguas residuales de empresas alimenticias, como pueden ser los mataderos.

Por muy limpia que parezca el agua, si no está desinfectada, puede contener alguno de estos contaminantes. La ingestión de los mismos puede provocar enfermedades infecciosas como el cólera, las fiebres tifoideas, etc.

Contaminantes industriales

Son todos los productos tóxicos inorgánicos que vierten las industrias. También el aumento de temperatura de las aguas se considera un contaminante industrial.

Contaminantes agrícolas

Algunos de los abonos utilizados, sobre todo los que contienen nitratos, se filtran en la tierra y contaminan las aguas subterráneas. También algunos pesticidas e insecticidas que se aplican en las hojas de las plantas son arrastrados por el agua de la lluvia o se filtran, al igual que los abonos, en la tierra.

3. Clasifica las sustancias contaminantes que aparecen en la lista elaborada por la clase según su origen.

<i>Contaminantes biológicos</i>	<i>Contaminantes industriales</i>	<i>Contaminantes agrícolas</i>

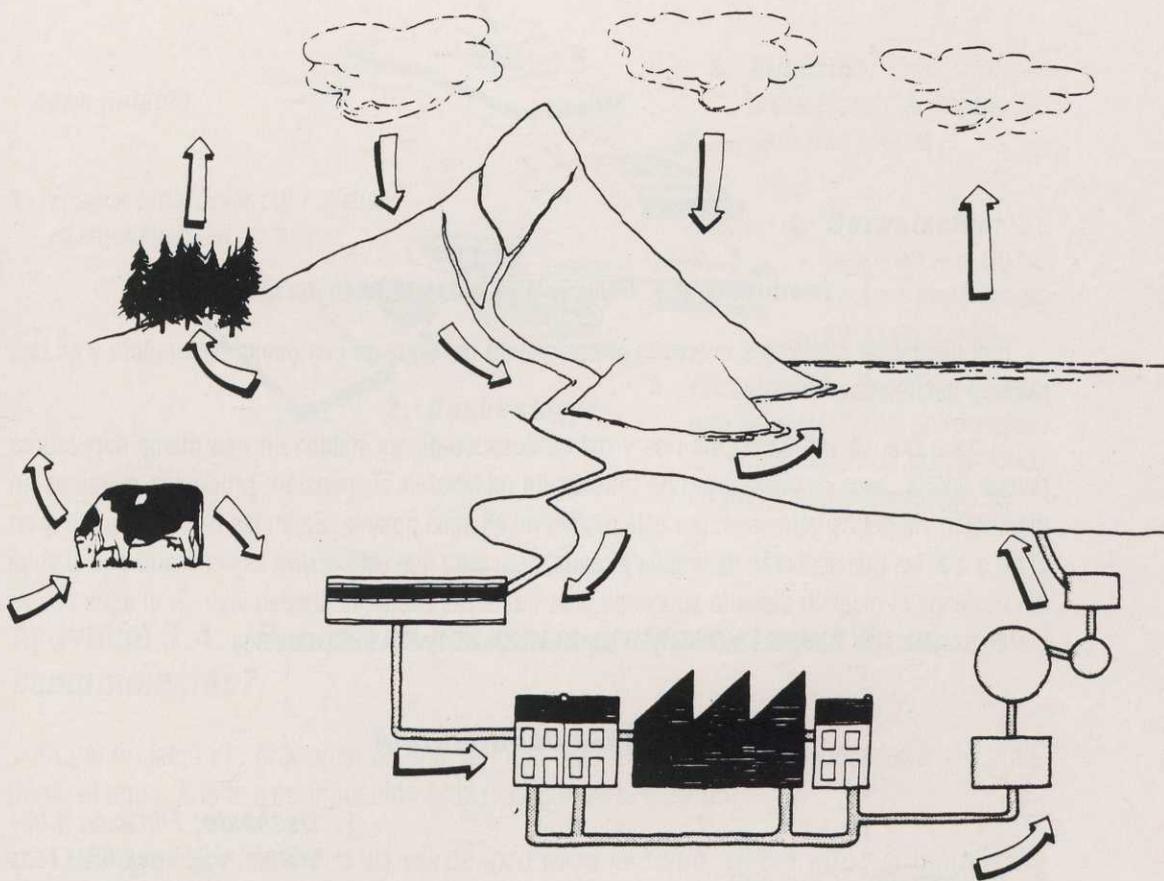
4. ¿Has podido clasificar todas las sustancias?

¿Crees que se podría hablar de un grupo de contaminantes de origen doméstico? ¿Qué sustancias lo formarían?

5. ¿Cómo explicarías qué se quiere decir cuando se habla de agua contaminada?

Actividad 3.3: El ciclo del agua

A continuación te presentamos un diagrama que muestra de una manera esquemática el ciclo del agua, tanto el natural como el que tiene lugar con la intervención del hombre.



1. Las flechas del dibujo indican el camino que sigue el agua. A continuación te proponemos una serie de conceptos, para que los coloques en el lugar correspondiente.

lluvia; evaporación; mar; río; transpiración; embalse; planta potabilizadora; casa; fábricas; planta depuradora; nube.

2. Explica el diagrama, describiendo cuál es el ciclo del agua.

3. Indica las causas de los cambios de lugar, de estado y grado de pureza del agua desde que sale de nuestras casas hasta que vuelve a llegar.

Información 3.3. Depuración y potabilización del agua

Los diagramas siguientes muestran el tratamiento del agua en una planta depuradora y en una planta potabilizadora.

El agua que es vertida en los ríos y mares después de ser tratada en una planta depuradora parece limpia, pero contiene aún una porción de materia en suspensión, productos químicos en disolución y algunos gérmenes; por este motivo no es agua potable. Serán las bacterias que hay en el río o mar las que acabarán de limpiar el agua, pero para que esto ocurra es necesario que el agua del río tenga el oxígeno disuelto suficiente para que estas bacterias puedan vivir. Si el agua del río pierde oxígeno, las bacterias mueren y el contenido de contaminantes aumenta.

PLANTA DEPURADORA

2. **Desarenado:** El agua pasa muy lentamente por un conducto de manera que los fangos sedimenten el fondo. A partir de aquí se hace un tratamiento distinto al agua y a los restos sólidos.



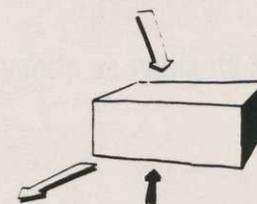
3. (sólidos) **Digestión:** Los restos orgánicos fermentan en el tanque.

4. (sólidos) Los fangos son secados y pueden ser utilizados como abonos o ser vertidos en el mar.

MAR

1. **Desbaste:** Filtración a través de rejillas metálicas. Las partes más bastas de los materiales que arrastra el agua quedan retenidas.

3. (líquidos) **Desengrasado:** El desengrasado consiste en quitar la grasa.



4. (líquidos) **Decantación:** Sedimentación de las partículas en suspensión. Para favorecer este proceso se añaden al agua productos químicos como el sulfato de alumina. El agua se desinfecta con cloro, y es vertida en el río o en el mar.

PLANTA POTABILIZADORA



Actividad 3.4: ¿Por qué es necesario proteger el agua de la contaminación?

A continuación te proponemos una serie de razones por las que es necesario no contaminar el agua. Añade a continuación todas las que se te ocurran.

- 1.** El agua contaminada es un peligro para la salud. Beber agua contaminada puede producir enfermedades infecciosas.
- 2.** El agua contaminada tiene un aspecto desagradable y huele mal.
- 3.** Las personas que quieren utilizar los ríos, lagos o el mar para actividades de recreo no lo pueden hacer en agua contaminada.
- 4.** El agua potable se obtiene a partir del agua de los ríos y embalses. Si esta agua está muy contaminada el tratamiento es muy costoso y puede llegar a ocurrir que sea imposible conseguir agua potable.
- 5.**
- 6.**

Actividad 3.5: *Pensemos una campaña para mejorar la utilización del agua*

Imagina que en tu centro habéis decidido hacer una campaña publicitaria para mejorar el uso que hacéis del agua.

En grupos de trabajo, escoged cuatro acciones que podríais proponer para conseguirlo. Dos acciones podrían estar dirigidas a reducir el consumo y las otras dos a contaminar menos el agua. ¡Imaginación y a trabajar!

Explica qué habéis decidido y cómo lo llevaríais a la práctica.

Actividad 3.6: *¿Qué hemos aprendido en este capítulo?*

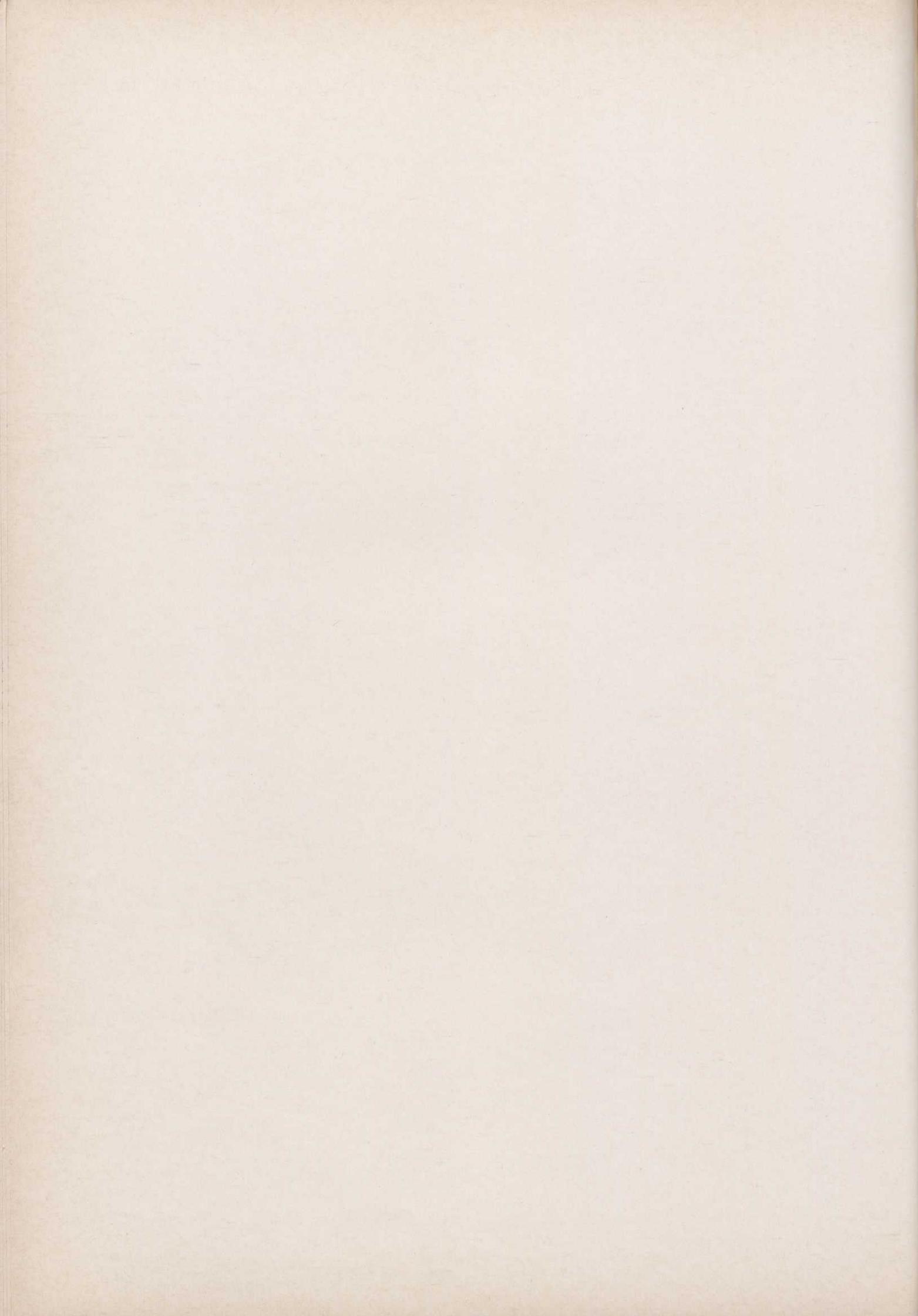
1. Haz un resumen de los diferentes conceptos trabajados en este capítulo. Cada concepto debe incluir una definición y ser ilustrada con un ejemplo. Para recordar cuáles son estos conceptos te puede ser útil revisar la actividad inicial de este capítulo.

Los conceptos trabajados son:

—
—
—
—
—
—

2. ¿Qué diferencias hay entre el proceso de depuración y potabilización? (mira la *Información 3.3 en las páginas 374 y 375*).

3. Explica tres acciones concretas que crees que puedas llevar a la práctica a partir de este momento para disminuir la contaminación o gasto del agua.



DIRECCIÓN GENERAL DE RENOVACIÓN PEDAGÓGICA
CENTRO DE DESARROLLO CURRICULAR