SECUNDARIA OBLIGATORIA

Ciencias de la Naturaleza

Ministerio de Educación y Ciencia

SECUNDARIA OBLIGATORIA

Ciencias de la Naturaleza

Ministerio de Educación y Ciencia

Ministerio de Educación y Ciencia
Secretaría de Estado de Educación

N. I. P. O.: 176-96-027-7
I. S. B. N.: 84-369-2188-7
Depósito legal: M-17249-1992
Realización: Marín Álvarez Hnos.

Prólogo

Este volumen recoge la normativa y la información necesaria para el desarrollo del área de Ciencias de la Naturaleza de la Educación Secundaria Obligatoria. Contiene, por consiguiente, elementos legales, de obligado cumplimiento, junto con otros elementos de carácter orientador o meramente informativo. Cada una de sus secciones tiene diferente rango normativo y también un contenido diverso.

1) La primera sección presenta los objetivos, contenidos curriculares y criterios de evaluación que para el área completa, y para su desarrollo a lo largo de la etapa, han sido fijadas en el Anexo del ***Real Decreto*** *por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. Se trata, por consiguiente, de una norma oficial, que corresponde al primer nivel de concreción del currículo para esta área: el nivel del* ***currículo oficialmente establecido****, que constituye base y marco de sucesivos niveles de elaboración y concreción curricular. En el preámbulo del citado Real Decreto se recogen los principios básicos del currículo, así como el sentido de cada uno de los elementos que lo componen: objetivos, contenidos, criterios de evaluación y principios metodológicos.*

En el ámbito de su responsabilidad y dentro del marco del ordenamiento educativo, los profesores han de contribuir a determinar, concretar y desarrollar los propósitos educativos a través de los proyectos de etapa, de las programaciones y de su propia práctica docente. El Real Decreto establece, ante todo, que los equipos docentes elaboren para la correspondiente etapa ***proyectos curriculares*** *de carácter general, en los que el currículo establecido se adecue a las circunstancias del alumnado, del centro educativo y de su entorno sociocultural. Esta concreción ha de referirse principalmente a la distribución de los contenidos por ciclos, a las líneas generales de aplicación de los criterios de evaluación, a las adaptaciones curriculares, a la metodología y a las actitudes de carácter didáctico. Por otro lado, cada profesor, en el marco de estos proyectos, ha de realizar su propia programación, en la que se recojan los procesos educativos que se propone desarrollar en el aula.*

2) La segunda sección del libro tiene también carácter oficial, pero no estrictamente normativo. Está extraída del Anexo de la ***Resolución*** *de*

5 de marzo, del Secretario de Estado de Educación (B. O. E. 25-III-92), en el apartado correspondiente a esta área. Para facilitar el trabajo de los profesores en esa concreción y desarrollo curricular a partir de los objetivos, contenidos y criterios de evaluación establecidos, dicha Resolución ha concretado, con carácter ***orientador****, una posible* ***secuencia*** *de objetivos y contenidos por ciclos, así como posibles criterios de evaluación también por ciclos, para todas y cada una de las áreas.*

Como elemento de juicio, al elaborar los proyectos y programaciones curriculares, puede ser útil tomar en cuenta esta propuesta de secuencia que, en todo caso, les servirá para su propia reflexión. Por otro lado, en la hipótesis de que, por cualquier razón, un equipo docente no llegue a diseñar su propio proyecto curricular, o no llegue a hacerlo en todos sus elementos, la secuencia y organización de contenidos y criterios de evaluación de la Resolución adquieren automáticamente valor normativo en suplencia del proyecto inexistente o incompleto.

Esta segunda sección tiene dos partes claramente diferenciadas: unas indicaciones para la secuencia de los objetivos y contenidos en los ciclos y unos criterios de evaluación para los ciclos. En cada caso, un cuadro resumen presenta, en esquema, los elementos más destacados de la secuencia y permite comparar los ciclos con mayor comodidad. El cuadro, de todas formas, ha de leerse como un resumen esquemático del texto completo y en ninguna manera lo sustituye.

3) La tercera sección presenta ***Orientaciones*** *didácticas y para la evaluación, cuyo carácter, reflejado en su denominación, es orientativo y también informativo. Son orientaciones y recomendaciones de la Dirección General de Renovación Pedagógica, que recogen y amplían las que en su día aparecieron en el Diseño Curricular Base y que serán de utilidad para el profesorado en su práctica diaria en esta área concreta. Con ellas se pretende ayudar a los profesores a colmar la brecha que va de las intenciones a las prácticas, del diseño al desarrollo curricular; es decir, y en concreto, del currículo establecido y de los proyectos y programaciones curriculares a la acción y a las realidades educativas.*

Esta sección tiene, a su vez, dos grandes apartados, las orientaciones propiamente ***didácticas*** *y las orientaciones para la* ***evaluación****. En ella se contienen reflexiones de carácter variado acerca de cómo entender y poner en práctica, para la docencia en esta área, los principios metodoló-*

gicos fundamentales que sobre la enseñanza y el aprendizaje se contienen en el currículo establecido. Se recogen también los problemas y los planteamientos didácticos específicos de esta área, y, en general, se trata de proporcionar indicaciones y sugerencias que faciliten al profesor su tarea en relación con un conjunto de cuestiones a las que el currículo oficial no responde, precisamente por tratarse de un currículo abierto que las deja en manos del propio profesor. Son cuestiones relativas a cómo enseñar, cómo evaluar, cuándo evaluar y, en cierta medida, también qué evaluar. Todas estas reflexiones pueden servir al profesorado, primero, para la elaboración del proyecto y de la programación curricular, y también, más adelante, como material de referencia al que cabe acudir cuando sea preciso en cualquier momento.

4) La cuarta sección, con la que el libro concluye, es una ***Guía*** *de Recursos didácticos, bibliográficos y otros. En ella se contiene amplia* ***información*** *acerca de libros, materiales curriculares, fuentes de información y, en general, recursos útiles para el desarrollo curricular de la respectiva área, con breve noticia descriptiva y comentario valorativo acerca de ellos. Es una información no exhaustiva, sino seleccionada. Como sucede en cualquier selección de ese género, hay en ella opciones y valoraciones que hubieran sido quizá otras de haber sido otros los autores. El Ministerio de Educación y Ciencia, que ha coordinado este trabajo a través del Servicio de Innovación, agradece a los autores su colaboración en esta obra, que seguramente será de gran utilidad para los profesores.*

En esta cuarta sección el profesorado encontrará un repertorio suficientemente completo de los recursos bibliográficos y de otros materiales curriculares con los que puede contar para poner en práctica en el aula el currículo establecido. La Guía no tiene el propósito de ser exhaustiva. No pretende presentar en listado completo todo lo que existe en el mercado nacional o internacional. Más bien, en ella se presenta una selección de aquello que puede resultar especialmente útil y valioso. Los comentarios que acompañan a la presentación de cada material contribuyen a facilitar al profesorado su propia selección y servirle como instrumento de reflexión estructurada y organizada, que conecta los elementos del currículo establecido con los materiales curriculares y didácticos ya existentes.

Ciencias de la Naturaleza

SECUNDARIA OBLIGATORIA

- Currículo Oficial.
- Secuencia por Ciclos.
- Orientaciones Didácticas.
- Guía Documental y de Recursos.

Sumario

Ciencias de la Naturaleza

Currículo Oficial

Ciencias de la Naturaleza

Introducción

Las Ciencias de la Naturaleza se caracterizan por el estudio empírico de la realidad natural: la materia inerte y los seres vivos en sus múltiples aspectos, niveles de organización y modos de relación. Se contraponen a las ciencias formales, como las Matemáticas o la Lógica, por utilizar la observación y la experimentación para contrastar sus enunciados, y se distinguen de otras ciencias empíricas por su objeto de estudio, que es el medio natural.

A lo largo de este último siglo, las Ciencias de la Naturaleza han ido incorporándose progresivamente a la sociedad y a la vida social, convirtiéndose en una de las claves esenciales para entender la cultura contemporánea, por sus contribuciones a la satisfacción de necesidades humanas. Por eso mismo, la sociedad ha tomado conciencia de la importancia de las ciencias y de su influencia en asuntos como la salud, los recursos alimenticios y energéticos, la conservación del medio ambiente, el transporte y los medios de comunicación. En consecuencia, es conveniente que la educación obligatoria incorpore contenidos de cultura científica, como una parte de la cultura en general, y que prepare las bases de conocimiento necesarias para posteriores estudios, más especializados.

El conocimiento de las Ciencias de la Naturaleza, tanto en sus elementos conceptuales y teóricos como en los metodológicos y de investigación, capacita a los alumnos para comprender la realidad natural y poder intervenir en ella. Facilitar el acceso de los alumnos a las Ciencias de la Naturaleza es un objetivo primordial de la educación obligatoria, que ha de introducirles en el valor funcional de la ciencia,

capaz de explicar y predecir fenómenos naturales cotidianos, así como ayudarles a adquirir los instrumentos necesarios para indagar la realidad natural de una manera objetiva, rigurosa y contrastada.

En la Educación Primaria las disciplinas científicas estaban integradas con otras en una sola área denominada "Conocimiento del Medio". En la Educación Secundaria Obligatoria, dichas disciplinas científicas se organizan como área independiente para alumnos que por su edad van siendo capaces de comprender conceptos, razonamientos e inferencias de carácter abstracto, operando sobre símbolos y representaciones formalizadas. Las disciplinas objeto de estudio en esta área son Física, Química, Biología y Geología. En las últimas décadas, estas disciplinas se han diversificado, dando lugar a otras nuevas, como la Bioquímica, la Geofísica o la Biología Molecular, que responden a la especialización progresiva del saber científico. Por otro lado, y en estrecha conexión con ellas, hay otros saberes, como la Astronomía, la Meteorología o la Ecología, de naturaleza claramente interdisciplinar. Conviene que algunos de sus elementos sean incorporados a la educación obligatoria.

Este planteamiento de áreas permite que al final de la etapa los alumnos empiecen a comprender las diferencias entre las disciplinas en cuanto al objeto de estudio y en cuanto a procedimientos de indagación y de contraste. Si en los primeros cursos es conveniente un enfoque predominante de área, en los últimos puede optarse por otro más vinculado a las disciplinas que la integren.

El currículo de esta área ha de corresponderse con la naturaleza de la ciencia, como actividad constructiva y en proceso, en permanente revisión, y que consiste en esa actividad tanto como en los productos de conocimientos adquiridos en un momento dado. A esta concepción de la ciencia como actividad constructiva le corresponde un planteamiento didáctico que realce el papel activo y de construcción cognitiva en el aprendizaje de la ciencia. En ese proceso desempeñan un papel los preconceptos, suposiciones, creencias y, en general, marcos previos de referencia, de los alumnos. Éstos suelen construir el conocimiento a partir de sus ideas y representaciones previas, de sus conceptos, suposiciones y creencias. La enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza debe promover un cambio en dichas ideas y representaciones mediante los procedimientos de la actividad científica. El profesor debe pasar de transmisor de conocimientos elaborados a agente que plantea interrogantes y sugiere actividades, y el alumno, de receptor pasivo a constructor de conocimientos en un contexto interactivo. En particular,

y sobre todo, ha de hacer al alumno más capaz de aprender por sí mismo de manera crecientemente autónoma.

Al finalizar la Educación Primaria, los alumnos conocen los seres vivos presentes en el entorno, así como algunas de sus características, semejanzas y diferencias; son capaces de identificar y diferenciar los principales componentes físicos y biológicos del medio; saben de la existencia de cambios y transformaciones, tanto en los seres vivos como en la materia inerte; y son conscientes de la influencia modificadora que ejercen los seres humanos en el medio en el que viven. Éstos y otros conocimientos han de ser consolidados en el área de Ciencias de la Naturaleza. En ella se profundizará en las características universales que definen a los seres vivos, analizando su diversidad en términos de organización; se explorarán algunas leyes generales que rigen todos los procesos de la materia, a la vez que las diferencias entre la materia inerte y los seres vivos; se explorarán las interacciones entre los distintos componentes de la materia, así como los principios que rigen sus cambios y trasformaciones; se valorará la influencia transformadora de los seres humanos sobre el equilibrio y el entorno natural.

Los contenidos se organizan en esta área alrededor de algunos conceptos fundamentales tales como energía, materia, interacción y cambio. A través de ellos se reconoce la importancia de la adquisición de las ideas más relevantes del conocimiento de la naturaleza y de su organización y estructuración en un todo articulado y coherente.

Pero igual importancia que a los conceptos debe concederse a los procedimientos. Al sistema conceptual altamente organizado de la ciencia están indisolublemente vinculadas pautas y reglas que caracterizan métodos científicos de indagación de la realidad. Por ello, los alumnos han de conocer y utilizar algunos métodos habituales en la actividad científica a lo largo del proceso investigador: planteamiento de problemas y formulación clara de los mismos; utilización de fuentes de información de manera sistemática y organizada; formulación de hipótesis pertinentes a los problemas; contraste de hipótesis mediante la observación rigurosa y, en ciertos casos, la planificación y realización de experimentos; recogida, organización y análisis de los datos; discusión de conclusiones; comunicación de resultados mediante el oportuno informe.

Junto a la adquisición de conceptos, uso y dominio de procedimientos, debe estimularse el desarrollo de actitudes de curiosidad e interés por todo lo relativo al medio y a su conservación, y también de cuidado del propio cuerpo, de flexibilidad intelectual y de una dis-

posición de rigor metódico y crítico, de gusto por el conocimiento y la verdad, de aprecio del trabajo investigador en equipo, de exigencia de razones y argumentaciones en la discusión de las ideas y en la adopción de posturas propias, de rigor para distinguir los hechos comprobados de las meras opiniones.

El área de Ciencias de la Naturaleza contribuye de forma decisiva al desarrollo y adquisición de capacidades que se señalan en los objetivos generales de la Educación Secundaria Obligatoria, tales como: una mejor comprensión del mundo físico, de los seres vivos y de las relaciones existentes entre ambos, mediante la construcción de un marco conceptual estructurado; la adquisición de procedimientos y estrategias para explorar la realidad y afrontar problemas, dentro de ella, de una manera objetiva, rigurosa y contrastada; el desarrollo de habilidades de comprensión y expresión correcta y rigurosa de textos científicos y tecnológicos; la adopción de actitudes de flexibilidad, coherencia, sentido crítico, rigor y honestidad intelectual; equilibrio personal, mediante el conocimiento de las características, posibilidades y limitaciones del propio cuerpo en cuanto organismo vivo, cuya salud y bienestar depende de sus relaciones con el medio, al cual, por otra parte, también es preciso cuidar y mejorar.

La organización flexible de la Educación Secundaria Obligatoria lleva a que el área de Ciencias de la Naturaleza deje de ser obligatoria en el cuarto curso. El sentido que esta área debe tener en este cuarto año se señala al final del apartado de contenidos.

Objetivos generales

La enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria tendrá como objetivo contribuir a desarrollar en los alumnos y alumnas las capacidades siguientes:

1. Comprender y expresar mensajes científicos utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, así como otros sistemas de notación y de representación cuando sea necesario.

2. Utilizar los conceptos básicos de las Ciencias de la Naturaleza para elaborar una interpretación científica de los principales fenómenos naturales, así como para analizar y valorar algunos desarrollos y aplicaciones tecnológicas de especial relevancia.

3. Aplicar estrategias personales, coherentes con los procedimientos de la Ciencia, en la resolución de problemas: identificación del problema, formulación de hipótesis, planificación y realización de actividades para contrastarlas, sistematización y análisis de los resultados y comunicación de los mismos.

4. Participar en la planificación y realización en equipo de actividades científicas, valorando las aportaciones propias y ajenas en función de los objetivos establecidos, mostrando una actitud flexible y de colaboración y asumiendo responsabilidades en el desarrollo de las tareas.

5. Elaborar criterios personales y razonados sobre cuestiones científicas y tecnológicas básicas de nuestra época mediante el contraste y evaluación de informaciones obtenidas en distintas fuentes.

6. Utilizar sus conocimientos sobre el funcionamiento del cuerpo humano para desarrollar y afianzar hábitos de cuidado y salud corporal que propicien un clima individual y social sano y saludable.

7. Utilizar sus conocimientos sobre los elementos físicos y los seres vivos para disfrutar del medio natural, así como proponer, valorar y, en su caso, participar en iniciativas encaminadas a conservarlo y mejorarlo.

8. Reconocer y valorar las aportaciones de la Ciencia para la mejora de las condiciones de existencia de los seres humanos, apreciar la importancia de la formación científica, utilizar en las actividades cotidianas los valores y actitudes propios del pensamiento científico, y adoptar una actitud crítica y fundamental ante los grandes problemas que hoy plantean las relaciones entre Ciencia y sociedad.

9. Valorar el conocimiento científico como un proceso de construcción ligado a las características y necesidades de la sociedad en cada momento histórico y sometido a evolución y revisión continua.

Contenidos

1. Diversidad y unidad de estructura de la materia

Conceptos

1. Características de los sistemas materiales. Propiedades más importantes. Estados de agregación. Sistemas homogéneos y heterogéneos.

2. Disoluciones, sustancias puras y elementos químicos.

3. Discontinuidad de los sistemas materiales. Teoría atómica. Naturaleza eléctrica de la materia.

4. Clasificación de los elementos químicos, metales y no metales. Sistema Periódico. Regularidades en los primeros elementos del Sistema Periódico. Unión entre átomos.

5. Elementos y compuestos más abundantes en los seres vivos y en la materia inerte. Utilización de materiales de interés en la vida diaria.

Procedimientos

1. Manejo de instrumentos de medida sencillos (balanza, probeta, termómetro, etc.) estimando el error cometido.

2. Expresión de la concentración de una disolución (% en peso, % en volumen, gr./l.).

3. Utilización de procedimientos físicos basados en las propiedades características de las sustancias puras, para separar éstas de una mezcla.

4. Identificación de algunos procesos en los que se ponga de manifiesto la naturaleza eléctrica de la materia.

5. Identificación de elementos, sustancias puras y algunas mezclas importantes por su utilización en el laboratorio, la industria y la vida diaria.

6. Representación mediante fórmulas de algunas sustancias químicas presentes en el entorno o de especial interés por sus usos y aplicaciones.

Actitudes

1. Reconocimiento de la importancia de los modelos y de su confrontación con los hechos empíricos.

2. Valoración de la provisionalidad de las explicaciones como elemento diferenciador del conocimiento científico y como base del carácter no dogmático y cambiante de la Ciencia.

3. Sensibilidad por el orden y limpieza del lugar de trabajo y del material utilizado.

2. La energía

Conceptos

1. Cualidades de la energía: presencia en toda actividad, posibilidad de ser almacenada, transportada, transformada y degradada.

2. Propagación de energía sin transporte de masa. Movimiento ondulatorio. Luz y sonido.

3. Calor y temperatura. Cambios de estado. Propagación y efectos del calor.

4. Clases de energía*. Energía cinética y potencial*.[1]

5. *Procesos de transferencia de energía de unos sistemas a otros: trabajo y calor. Potencia y rendimiento*.

6. *Principio de conservación de la energía*.

7. La energía y la sociedad actual. Retos en la utilización de recursos. Energías alternativas.

Procedimientos

1. Identificación y análisis de situaciones de la vida cotidiana en las que se produzcan transformaciones e intercambios de energía.

2. Utilización de técnicas de resolución de problemas para abordar los relativos al trabajo, potencia, energía mecánica y calor.

3. Realización de experiencias sencillas dirigidas a analizar y cuantificar algunos efectos del calor sobre los cuerpos (cambios de estado, dilataciones, etc.).

4. Análisis e interpretación de las diversas transformaciones energéticas que se producen en cualquier proceso y concretamente en las máquinas, en las que se manifiesta la conservación de la energía y su degradación.

5. Análisis de algunos aparatos y máquinas de uso cotidiano, comparando su consumo y rendimiento.

6. Planificación y realización de experiencias sencillas dirigidas a analizar la descomposición de la luz blanca, a explorar los efectos de las mezclas de colores, así como la reflexión y la refracción de la luz.

---

1 Los contenidos entre asteriscos son específicos del cuarto curso.

7. Identificación de fenómenos de propagación de la luz y el sonido en el entorno.

8. Elaboración de conclusiones y comunicación de resultados mediante la redacción de informes y realización de debates.

Actitudes

1. Valoración de la importancia de la energía en las actividades cotidianas y de su repercusión sobre la calidad de vida y el desarrollo económico.

2. Toma de conciencia de la limitación de los recursos energéticos.

3. Reconocimiento y valoración de la importancia de los fenómenos ondulatorios en la civilización actual y de la trascendencia de sus aplicaciones en diversos ámbitos de la actividad humana.

3. Los cambios químicos

Conceptos

1. Introducción a las transformaciones químicas. Conservación de la masa.

2. Intercambios energéticos en las reacciones químicas. Significado de las ecuaciones químicas.

3. Modificación del desarrollo de las reacciones químicas. Análisis de alguno de los factores. Catalizadores.

4. Importancia de las reacciones químicas en relación con aspectos energéticos, biológicos y de fabricación de materiales.

Procedimientos

1. Identificación en procesos sencillos de transformaciones físicas y químicas.

2. Realización de experiencias que permitan reconocer las reacciones más características y algunas de sus propiedades.

3. Interpretación y representación de ecuaciones químicas.

4. Reconocimiento de reacciones exotérmicas y endotérmicas.

5. Realización de experiencias en las que se observe la modificación de la velocidad de reacción al variar la temperatura, la concentración, así como la presencia de catalizadores.

6. Proceder en el laboratorio teniendo en cuenta las normas de seguridad en utilización de productos y en la realización de experiencias.

Actitudes

1. Valoración crítica del efecto de los productos químicos presentes en el entorno sobre la salud, la calidad de vida, el patrimonio artístico y en el futuro de nuestro planeta, analizando a su vez las medidas internacionales que se establecen a este respecto.

2. Valoración de la capacidad de la Ciencia para dar respuesta a las necesidades de la Humanidad mediante la producción de materiales con nuevas propiedades y el incremento cualitativo y cuantitativo en producción de alimentos y medicinas.

4. La Tierra en el Universo

Conceptos

1. El Sistema Solar. Componentes, tamaño y distancias.

2. *El problema de la posición de la Tierra en el Universo. Algunas explicaciones históricas*.

3. La Tierra como planeta. Movimiento de la Tierra y la Luna. Explicación de algunos fenómenos como las estaciones, las fases de la Luna y los eclipses.

4. El Universo. Componentes, escalas y medios de observación.

Procedimientos

1. Emisión de hipótesis explicativas sobre el movimiento de los planetas y del Sol.

2. Interpretación de fenómenos naturales relacionados con el movimiento de la Tierra y de la Luna apoyándose en maquetas o dibujos.

3. Observación del firmamento a simple vista y con instrumentos sencillos.

4. Utilización de técnicas que permitan la orientación tanto durante el día como durante la noche.

5. Representación e interpretación de las diferentes escalas en el Universo.

6. Análisis y comparación de los modelos más importantes del Universo que la Humanidad ha desarrollado a lo largo de la historia.

7. Comparación entre las conclusiones de las experiencias realizadas y las primitivas ideas emitidas.

Actitudes

1. Valorar la actitud de perseverancia y riesgo del trabajo de los científicos para explicar interrogantes que se plantea la Humanidad.

2. Interés en recabar informaciones históricas sobre la evolución de las explicaciones científicas a problemas planteados por los seres humanos.

3. Valoración y respeto a las opiniones de otras personas y tendencia a comportarse coherentemente con dicha valoración.

5. Los materiales terrestres

Conceptos

1. La atmósfera. Variación de la composición, densidad, temperatura y presión con la altura. El papel protector de la atmósfera. Fenómenos atmosféricos. Algunas variables que condicionan el tiempo atmosférico. Aparatos de medida. Los rasgos más característicos de los mapas del tiempo.

2. El aire. Composición. Propiedades: peso, movimiento de sus partículas, compresibilidad, capacidad de alterar materiales. Importancia para los seres vivos.

3. El agua. Propiedades: buen disolvente, gran capacidad calorífica, capacidad de alterar materiales. Ciclo del agua. Importancia para los seres vivos. El problema del agotamiento de los recursos.

4. Las rocas y minerales fundamentales que componen el relieve español. Propiedades e importancia económica. Textura y disposición de las rocas en el campo. Grandes unidades litológicas de España.

5. El suelo. Destrucción, cuidado y recuperación.

Procedimientos

1. Planificación y realización de experiencias sencillas dirigidas a estudiar algunas propiedades del aire y del agua.

2. Recogida y representación de datos meteorológicos utilizando aparatos de medida, interpretación de tablas, gráficos y mapas relacionados con los fenómenos atmosféricos y con los pronósticos del tiempo.

3. Identificación mediante claves de rocas y minerales, a partir de la exploración de sus propiedades, utilizando instrumentos oportunos: navaja, lima, ácido, balanza, lupa...

4. Establecimiento de relaciones entre las propiedades de las rocas y minerales y su aprovechamiento.

5. Separación, identificación y análisis de los componentes de un suelo.

Actitudes

1. Valoración de la importancia del aire no contaminado para la salud y la calidad de vida y rechazo de las actividades humanas contaminantes.

2. Reconocimiento y valoración de la importancia del agua para los seres vivos y para la calidad de vida, desarrollando una actitud favorable hacia el ahorro en el consumo de la misma.

3. Reconocimiento y valoración de la importancia de las rocas, los minerales y el suelo para las actividades humanas, así como, la necesidad de recuperar las zonas deterioradas por una previa explotación industrial.

6. Diversidad y unidad de los seres vivos

Conceptos

1. Los seres vivos y su diversidad. Algunas relaciones entre morfología, función, modo de vida. Los grandes modelos de organización de animales y vegetales. Presencia de los animales y vegetales en la vida cotidiana.

2. La célula como unidad de estructura de los seres vivos. Organización unicelular y pluricelular. Presencia en la vida cotidiana de las bacterias y los virus.

3. La unidad de función en los seres vivos. El ser vivo como sistema. Nutrición autótrofa y heterótrofa. Reproducción sexual y asexual. La percepción de estímulos, la elaboración y la producción de respuestas.

4. *Los cromosomas y la transmisión de la herencia. Las mutaciones*.

Procedimientos

1. Identificación de los grandes modelos taxonómicos a los que pertenecen animales y plantas con la ayuda de claves, dibujos y fotos.

2. Observación y descripción de seres unicelulares y células vegetales y animales mediante la realización de preparaciones con material fresco utilizando el microscopio óptico.

3. Realización de experiencias para abordar problemas relacionados con la realización de funciones vitales, partiendo siempre de algunas hipótesis explicativas.

4. Observación y descripción de ciclos vitales en animales y plantas, sabiendo utilizar técnicas diversas de reproducción en vegetales (bulbos, acodos, esquejes, semillas).

5. Realización de experiencias con seres vivos para detectar diferentes respuestas ante la presencia de determinados estímulos.

6. Elaboración de conclusiones en equipo y redacción de informes donde se comparen las primitivas hipótesis explicativas con los resultados de las investigaciones.

Actitudes

1. Cuidado y respeto por los animales y plantas, tanto en el medio natural como en el aula.

2. Rechazo por las prácticas coleccionistas, para evitar el deterioro del medio natural.

7. Las personas y la salud

Conceptos

1. La salud y la enfermedad. Crecimiento y desarrollo. Importancia de la adquisición de estilos de vida saludables. El ejercicio físico, salud buco-dental, prevención de accidentes y enfermedades infecciosas. Grupos de alto riesgo en los accidentes de tráfico en zona urbana y carretera.

2. La nutrición humana. Los hábitos alimenticios y la relación con la salud. Dieta saludable y equilibrada. Obesidad. la conservación, manipulación y comercialización de los alimentos. Las personas como consumidores.

3. La reproducción humana. Los cambios corporales a lo largo de la vida. Aparato reproductor masculino y femenino. Fecundación, embarazo, parto. La sexualidad humana como comunicación afectiva y opción personal. Diferentes pautas de conducta sexual. El sexo como factor de discriminación en la sociedad. Métodos anticonceptivos y nuevas técnicas reproductivas. Enfermedades de transmisión sexual. Hábitos saludables de higiene sexual.

4. La relación y la coordinación humana. La percepción de la información, su procesamiento y la elaboración de respuestas. Factores en la sociedad actual que repercuten en la salud mental. El problema del tabaco, alcohol y drogas; sus efectos sanitarios y sociales. Estilos de vida saludables. Utilización del sistema sanitario. Consumo de medicamentos, su eficacia y sus riesgos.

Procedimientos

1. Realización de investigaciones y utilización de modelos para contrastar hipótesis emitidas sobre problemas relacionados con los procesos de nutrición, reproducción o relación.

2. Diseño de estrategias para constrastrar algunas explicaciones dadas ante un problema de salud individual, escolar o de la comunidad.

3. Utilización de técnicas en orden a la elaboración de dietas equilibradas a la conservación de alimentos y a la detección de fraudes.

4. Utilización de procedimientos para medir las constantes vitales en diferentes situaciones de actividad corporal e interpretación de análisis de sangre y orina.

5. Análisis y comparación de diferentes métodos anticonceptivos.

6. Diseño de un plan organizado de distribución del tiempo de trabajo y ocio.

7. Práctica de normas elementales de socorrismo en caso de accidente.

Actitudes

1. Tolerancia y respeto por las diferencias individuales que tienen su origen en características corporales como edad, talla, grosor, y diferencias físicas y psíquicas.

2. Valoración de los efectos que tienen sobre la salud los hábitos de alimentación, de higiene, de consultas preventivas y de cuidado corporal.

3. Interés por informarse sobre cuestiones de sexualidad y disposición favorable a acudir en demanda de ayuda a profesionales y centros especializados.

4. Reconocimiento y aceptación de diferentes pautas de conducta sexual y respeto por las mismas.

5. Actitud responsable y crítica ante las sugerencias de consumo de drogas y de actividades que suponen un atentado contra la salud personal o colectiva.

6. Reconocimiento de la necesidad de cumplir las normas de circulación como medio para prevenir los accidentes de tráfico.

7. Reconocimiento y aceptación de la existencia de conflictos, interpersonales y grupales, y valoración del diálogo como medida de salud mental ante los mismos.

8. Interacción de los componentes abióticos y bióticos del medio natural

Conceptos

1. Los ecosistemas. Componentes. Interacciones entre los seres vivos y los factores abióticos. Las adaptaciones. Relaciones tróficas. *Ciclos de materia y flujo de energía*.

2. *Autorregulación del ecosistema. El problema de las plagas. La lucha biológica*.

3. Algunos ecosistemas frecuentes en España.

Procedimientos

1. Planificación y realización de actividades que permitan contrastar algunas de las explicaciones emitidas sobre relaciones en los ecosistemas.

2. Interpretación y elaboración de gráficas sobre datos físicos y químicos del medio natural.

3. Interpretación de maquetas y mapas topográficos sencillos.

4. Clasificación e identificación de animales y plantas a partir de datos recogidos en el campo, con ayuda de instrumentos de laboratorio, claves y guías.

5. Elaboración e interpretación de catenas, cadenas y redes tróficas en ecosistemas terrestres y acuáticos.

6. Planificación y realización de investigaciones para observar la influencia de algunos factores abióticos en los seres vivos en el medio natural o en terrarios y acuarios.

7. Predicción de la evolución de un determinado ecosistema ante la presencia de algún tipo de alteración.

8. Elaboración y difusión en el aula, el centro o la localidad de las conclusiones obtenidas del estudio de ecosistemas terrestres y acuáticos.

Actitudes

1. Cuidado y respeto por el mantenimiento del medio físico y de los seres vivos como parte esencial del entorno humano.

2. Reconocimiento y valoración de la función que cumplen los diferentes componentes del ecosistema y su contribución al equilibrio del mismo.

9. Los cambios en el medio natural. Los seres humanos, principales agentes del cambio

Conceptos

1. Cambios naturales en los ecosistemas. Cambios en las poblaciones. Cambios en las rocas debidos a procesos geológicos externos. La formación de las rocas sedimentarias. *Algunas alteraciones en la disposición normal de las rocas en el campo. Otras manifestaciones de la dinámica interna de la Tierra. La configuración en placas de la superficie terrestre*.

2. Cambios en los ecosistemas producidos por la acción humana. Acciones de conservación y recuperación del medio natural.

3. *La Tierra, un planeta en continuo cambio. Cambio en los ecosistemas a largo plazo. Los fósiles como indicadores. Algunas explicaciones históricas al problema de los cambios. Fijismo y evolucionismo. Algunas relaciones entre genética y evolución*.

Procedimientos

1. Planificación y realización de actividades que permitan contrastar algunas de las explicaciones emitidas sobre las causas de los cambios en el medio natural.

2. Búsqueda de explicaciones geológicas a las características observadas en las rocas, en el campo, en diapositivas, en el medio urbano o en el laboratorio y planificación de experiencias para dar respuesta a los interrogantes planteados.

3. Establecimiento de relaciones entre las alteraciones en el relieve y los problemas prácticos que la sociedad debe abordar para prevenir catástrofes.

4. Utilización de técnicas para conocer el grado de contaminación del aire y el agua, así como para su depuración.

5. Análisis crítico de intervenciones en el medio a partir de una recogida de datos utilizando distintas fuentes.

6. Comparar diferentes explicaciones que se han dado al problema de los cambios en la Tierra, a partir de textos y vídeos.

Actitudes

1. Interés por conocer los cambios experimentados en el relieve, en las poblaciones vegetales y animales de la zona, así como las repercusiones que sobre la vida de las personas ejercen dichos cambios.

2. Defensa del medio ambiente, con argumentos fundamentados y contrastados, ante actividades humanas responsables de su contaminación y degradación.

10. Las fuerzas y los movimientos

Conceptos

1. Movimiento. Necesidad de referencias. *Estudio cualitativo de cualquier movimiento. Tratamiento cuantitativo del movimiento rectilíneo uniforme. Cálculo de la aceleración*.

2. Las fuerzas. Efecto sobre los cuerpos. *Principios de la dinámica. Condiciones de equilibrio*.

3. *La Gravitación Universal. El peso de los cuerpos. La síntesis newtoniana*.

4. *Fuerzas de interés en la vida cotidiana. Presión y fuerzas en fluidos*.

Procedimientos

1. Diseño y realización de experiencias para el análisis de distintos movimientos donde se tomen datos, se tabulen y se obtengan conclusiones.

2. Diseño y realización de máquinas sencillas y aparatos de medida para el aprovechamiento eficaz de las fuerzas y para la medida de éstas y de otras magnitudes como la presión.

3. Análisis y descripción de las variaciones de las fuerzas producidas por las máquinas.

4. Observación y análisis de movimientos que se producen en la vida cotidiana emitiendo posibles explicaciones sobre la relación existente entre fuerzas y movimientos.

5. Utilización de técnicas de resolución de problemas para abordar los relativos a movimientos y fuerzas.

6. Identificación de fuerzas que intervienen en diferentes situaciones de la vida cotidiana.

7. Diseño y realización de experiencias con emisión de hipótesis y control de variables, para determinar los factores de que dependen determinadas magnitudes como la presión o la fuerza del empuje debida a los fluidos.

Actitudes

1 Disposición al planteamiento de interrogantes ante hechos y fenómenos que ocurren a nuestro alrededor.

2. Reconocimiento y valoración de la importancia del trabajo en equipo en la planificación y realización de experiencias, asumiendo los diferentes roles (liderazgo, responsabilidad, etc.).

3. Reconocimiento y valoración de la importancia de los hábitos de claridad y orden en la elaboración de informes.

4. Responsabilidad y prudencia en la conducción de bicicletas y ciclomotores.

11. Electricidad y magnetismo

Conceptos

1. Fenómenos de electrización. Cargas y fuerzas eléctricas. Ley de Coulomb.

2. Corriente eléctrica. Diferencia potencial e intensidad. Transformaciones energéticas en un circuito eléctrico.

3. Imanes. Efecto de una corriente eléctrica sobre una aguja imantada. Estudio cualitativo de la inducción electromagnética.

4. Normas de seguridad en la utilización de la electricidad.

Procedimientos

1. Explicación de problemas de la vida cotidiana en relación con fenómenos de electricidad y magnetismo.

2. Diseño, construcción, representación gráfica e interpretación de circuitos eléctricos sencillos en corriente continua que respondan a un problema sencillo.

3. Utilización correcta de instrumentos de medida en circuitos eléctricos elementales, comunicando los resultados con el orden de precisión adecuado.

4. Realización de experiencias sencillas dirigidas a explorar y analizar diferentes procesos y fenómenos relacionados con la electricidad y el magnetismo.

5. Identificación y análisis de las transformaciones energéticas que tienen lugar en las máquinas y aparatos eléctricos elementales.

6. Análisis comparativo de las formas de producción de energía eléctrica contemplando diversos factores como transformación energética asociada, rendimiento, coste económico e incidencia en el medio ambiente.

7. Utilización de distintas fuentes de información: prensa diaria, revistas, diapositivas, vídeos, informes de empresas, publicidad, etc., acerca de los problemas de consumo de electricidad en la sociedad actual.

Actitudes

1. Sensibilidad hacia la realización cuidadosa de experiencias, con la elección adecuada de instrumentos de medida y el manejo correcto de los mismos.

2. Respeto a las instrucciones de uso y a las normas de seguridad en la utilización de los aparatos eléctricos en el hogar y en el laboratorio.

3. Reconocimiento y valoración de la importancia de la electricidad para la calidad de vida y el desarrollo industrial y tecnológico.

ESPECIFICACIONES PARA EL CUARTO CURSO

El hecho de que el área de Ciencias de la Naturaleza sea una materia optativa en el cuarto curso de la Educación Secundaria Obligatoria supone decidir la distribución de los contenidos entre el último curso y los tres anteriores.

Los criterios que se van a tener en cuenta para dicha distribución tienen que ver con la complejidad de los contenidos de Física y Química y de Ciencias Naturales, que aconsejan posponer aquellos con mayores dificultades de comprensión.

Dichos criterios aconsejan dejar para el cuarto curso los contenidos que se citan a continuación.

Ciencias Naturales

En Ciencias Naturales se abordará el estudio de los siguientes núcleos:

1. Ciclos de materia y flujo de energía en el ecosistema. Autorregulación del ecosistema. El problema de las plagas. La lucha biológica.

Se trataría de ahondar en la dinámica interna del ecosistema a través del conocimiento del carácter cíclico de la materia y del flujo de la energía entendiendo la degradación en términos de dificultad de reutilización.

Por otra parte, la comprensión de las posibilidades de autorregulación de un ecosistema permitiría entender algunas causas que propician la aparición de plagas y el sentido de la lucha biológica para sofocarlas.

2. Algunas alteraciones a la disposición normal de las rocas en el campo. Otras manifestaciones de la dinámica interna de la Tierra. La configuración en placas de la superficie terrestre.

Conocidos ya algunos aspectos de la dinámica externa más fácilmente abordables, se trataría aquí de profundizar en los aspectos de dinámica interna que condicionan en gran medida los primeros y en cuya explicación se ha avanzado mucho en los últimos años a partir de la teoría de tectónica de placas.

3. La Tierra, un planeta en continuo cambio. Los cambios en los ecosistemas a largo plazo. Los fósiles como indicadores. Algunas explicaciones históricas al problema de los cambios. Fijismo y evolucionismo. Algunas relaciones entre genética y evolución.

Se profundizaría aquí en los grandes cambios que han afectado y continúan afectando a nuestro planeta, teniendo en cuenta los indicios biológicos y geológicos existentes, a la vez que se trataría de

construir algunas explicaciones que desde el punto de vista de la historia de la ciencia se han dado para explicarlos. Por último, a la luz de algunos aspectos básicos de genética, se podría ampliar y actualizar el concepto de evolución.

Física y Química

Los contenidos de Física y Química serán:

1. Estudio cualitativo de cualquier movimiento. Tratamiento cuantitativo del movimiento rectilíneo uniforme. Cálculo de la aceleración. Efecto de las fuerzas sobre los cuerpos. Principios de la dinámica. Condiciones de equilibrio. Fuerzas de interés en la vida cotidiana. Presión y fuerzas en fluidos.

Se trataría de profundizar en el tratamiento cualitativo de cualquier movimiento, sea rectilíneo o curvilíneo, pudiendo así justificar la existencia de fuerzas en los movimientos curvilíneos uniformes. Se puede también cuantificar el movimiento rectilíneo uniforme y calcular la aceleración en situaciones especialmente sencillas.

Se trataría, asimismo, de aplicar las leyes de Newton a casos en que la fuerza resultante se calcula de manera muy directa y no sea precisa la descomposición de las componentes. Por otra parte, se pueden conocer también las condiciones para el equilibrio, así como reconocer la presencia de fuerzas en la vida cotidiana, y estudiar aquellas de especial interés práctico como las debidas a la presión en el interior de los fluidos y al rozamiento, formalizando lo mínimo posible y no llegando a conceptos como el de coeficiente de rozamiento.

2. Ley de la Gravitación Universal. El peso de los cuerpos. Síntesis Newtoniana. El problema de la posición de la Tierra en el Universo: algunas explicaciones históricas.

Se pretende estudiar la gravitación universal llegando a la expresión matemática. Conocer las respuestas que se han dado a la posición de la Tierra en el Universo y destacar el interés que tuvo, históricamente, el hecho de poder realizar esa síntesis newtoniana consistente en la unificación de la concepción de la materia terrestre y celeste, al estar toda ella, por igual, sometida a la ley de la gravitación universal.

3. Energía cinética y potencial. Principio de conservación de la energía. Calor y trabajo como formas de transferencia de energía. Potencia y rendimiento.

Habiéndose estudiado ya las características de la energía, se trata de analizar sus transformaciones aplicando el principio de conservación, utilizando a su vez la idea de degradación para comprender la existencia de crisis energéticas. También habría que realizar un tratamiento de calor ligado a los conceptos energéticos, como un proceso de transferencia, al igual que el trabajo. Asimismo se pueden estudiar de manera cuantitativa los efectos del calor sobre los cuerpos, el estudio del trabajo en casos particulares en que no sea precisa la trigonometría, y manejar los conceptos de potencia y de rendimiento.

Criterios de evaluación

Estos criterios de evaluación habrán de utilizarse de manera flexible teniendo en cuenta si los alumnos cursan o no esta área en el último año, en función de los contenidos que configuran este cuarto curso.

1. Utilizar la Teoría Cinética para explicar algunos fenómenos que se dan en la naturaleza, tales como la dilatación, los cambios de estado y los procesos de propagación del calor, y para interpretar los conceptos de presión en gases y de temperatura.

Se trata de comprobar que el alumnado es capaz de explicar estos fenómenos naturales por el hecho de que la materia es discontinua, que sus partículas están en movimiento y que éste se puede modificar al aportarles energía. Se pretende, asimismo, evaluar si es capaz de interpretar cualitativamente la presión en los gases y la temperatura, lo cual permite diferenciar esta última del concepto de calor y explicar el comportamiento de los gases.

2. Obtener sustancias puras a partir de sus mezclas utilizando procedimientos físicos (destilación, decantación y cristalización) basados en las propiedades características de las sustancias puras, describir algún procedimiento químico que permita descomponer éstas en sus elementos y valorar algunas aplicaciones prácticas de estas técnicas.

Se trata de comprobar que los alumnos y las alumnas saben identificar las diferentes sustancias, utilizar técnicas de separación de mezclas, entendiendo que estas técnicas son procedimientos físicos basados en las propiedades características de las sustancias puras,

como densidad, punto de fusión y de ebullición, y que saben que las sustancias puras están a su vez formadas por uno o más elementos combinados, por lo que se necesitan procedimientos químicos, como la electrólisis o la descomposición térmica, para separarlos. Se trata de valorar también estas técnicas por su gran aplicación, ya sea en la sanidad, en la industria de perfumería o droguería, en las plantas desalinizadoras, en la minería, etc.

3. Aplicar el conocimiento de la composición universal de la materia para explicar hechos como la existencia de elementos químicos tanto en sustancias inertes como en seres vivos y la diferencia entre elementos y compuestos.

Se trata de comprobar si el alumno ha entendido que, ante el problema de cuáles son los componentes de la materia, la teoría atómica da una respuesta coherente, tanto para la materia inerte como para los seres vivos, justificando, desde su constitución, las diferentes formas en que se presenta.

4. Utilizar el conocimiento de las propiedades de la energía (posibilidad de almacenamiento, presencia en toda actividad, transformación) para explicar algunos fenómenos naturales y cotidianos y aplicar el "principio de conservación de la energía" al análisis de algunas transformaciones.

Se trata de comprobar que el alumnado en un primer nivel relaciona las cualidades de la energía, capacidad de almacenamiento y de transformación con la existencia de recursos energéticos y su manifestación en diferentes formas. Además, se trataría de saber, en un segundo nivel de evaluación, si el alumno aplica adecuadamente el Principio de Conservación, valorando, a su vez, los costes y beneficios de la utilización de distintas fuentes.

5. Utilizar la teoría atómica y algún modelo de estructura del átomo para explicar el comportamiento eléctrico de la materia, la conservación de la masa en toda reacción química y la formación de nuevas sustancias a partir de otras.

Este criterio intenta comprobar si los alumnos interpretan, desde la teoría atómica, las posibilidades que tiene la Humanidad de crear nuevos materiales como los plásticos, los medicamentos, etc., y valorar su importancia para mejorar la calidad de vida, sin pretender que

conozcan cómo son tales reacciones. Asimismo, se trata de comprender los fenómenos eléctricos como consecuencia de la propia constitución de la materia.

6. Interpretar algunos fenómenos naturales con apoyo de maquetas o dibujos del Sistema Solar, utilizando la ley de la gravitación universal para justificar la unión entre los elementos que componen el Universo, la atracción de cualquier objeto en la superficie de los astros y las variaciones del peso de los cuerpos.

Se trata de comprobar que el alumnado es capaz de justificar algunos fenómenos naturales como la duración de los años, los eclipses, las fases de la Luna o las estaciones, reproduciendo los movimientos de la Luna y la Tierra sobre un modelo observable. Se evaluará también si comprende que la fuerza de la gravedad mantiene unido el Universo, que en cualquier planeta que estuviésemos permaneceríamos pegados a su superficie por actuar la fuerza de la gravedad siempre hacia adentro y que dicha fuerza disminuye con la distancia.

7. Explicar, a partir del conocimiento de la composición y propiedades del aire y del agua, su importancia para los seres vivos, la existencia de fenómenos atmosféricos y de algunos cambios en el relieve.

Se trata de evaluar si se conoce la composición y algunas propiedades del aire y del agua como su peso y su capacidad de alterar materiales, algunas específicas del agua como su carácter disolvente o su existencia habitual en los tres estados, permitiendo explicar algunos hechos como su necesidad para respirar, la absorción de sustancias, la presión atmosférica, la formación de nubes, la erosión, etc.

8. Identificar rocas y minerales, con ayuda de claves o guías, mediante la observación y recogida de datos sobre sus propiedades más características, y establecer algunas relaciones con el uso que se hace de ellas.

Se trata de comprobar que el alumnado reconoce las rocas básicas que conforman el relieve español a partir de la observación de una serie de propiedades como: si son homogéneas o heterogéneas, están formadas por cantos o cristales, reaccionan o no con el ácido

clorhídrico, presentan aspecto esquistoso, etc. Asimismo, se evalúa en este criterio si sabe identificar minerales de importancia por ser componentes muy frecuentes de rocas o por poseer interés económico a partir de la observación de propiedades como: color, brillo, dureza, densidad, exfoliación...

9. Explicar la unidad de estructura y función de los seres vivos a partir de la Teoría Celular y enumerar, además, algunos hechos de la vida cotidiana que ponen de manifiesto la existencia de otros seres vivos como las bacterias y los virus.

Este criterio pretende comprobar si comprenden que los seres vivos están formados por unidades llamadas células y que este hecho explica la existencia de características comunes que los definen. Además, deben saber relacionar la existencia de bacterias y virus con la causa de enfermedades como la tuberculosis, la gripe o el sida, o responsables de procesos de gran utilidad para la Humanidad como la descomposición de la materia orgánica o su acción en la industria.

10. Identificar los principales modelos taxonómicos a los que pertenecen ejemplares diversos de animales y plantas, a partir de la observación de sus características más relevantes con la ayuda de claves o guías, estableciendo algunas relaciones entre la presencia de determinadas estructuras y su adaptación al medio y valorar la importancia de adoptar una actitud de respeto hacia todas las formas de vida.

Este criterio intenta evaluar si los alumnos y las alumnas saben indicar cuáles son los rasgos relevantes externos e internos que explican la pertenencia de un animal o una planta a un modelo de organización determinado. Además, deben conocer algunas de las diferentes formas en que los seres vivos realizan sus funciones vitales y que favorecen su adaptación a distintos medios: diversas maneras de captar el alimento, de respirar, de responder ante estímulos o de reproducirse. Por último, deben comprender la importancia de respetar a todos los seres vivos.

11. Explicar los procesos fundamentales que ocurren en los alimentos desde su ingestión hasta su llegada y aprovechamiento en las células y justificar, a partir de ellos, unos

hábitos alimentarios y de higiene saludables, independientes de prácticas consumistas inadecuadas.

En este criterio se evaluará si el alumnado conoce de manera general las funciones de cada uno de los aparatos (digestivo, respiratorio, circulatorio, excretor) y la relación existente entre ellos, tratando de explicar las razones por las cuales conviene adoptar unos hábitos alimentarios y de higiene individual y colectiva para disfrutar de un estado saludable y prevenir algunas alteraciones como: la anemia, la obesidad, la arteriosclerosis y la diabetes. Además, es importante comprobar que ha desarrollado una actitud crítica ante algunos hábitos consumistas poco saludables.

12. Explicar la función coordinadora y equilibradora del sistema nervioso ante la presencia de distintos estímulos, señalar algunos factores sociales que alteran su funcionamiento y repercuten en la salud y valorar, en consecuencia, la importancia de adoptar un estilo de vida sano.

Este criterio pretende comprobar que los alumnos y alumnas han llegado a conocer de manera general cuál es el esquema de funcionamiento del sistema nervioso, siendo capaces, además, de aplicar dicho esquema a casos sencillos como la explicación de actos reflejos, y a algún caso algo más complejo como la respuesta ante un exceso de frío. Deben conocer también algunos factores que alteran dicho sistema, como las drogas, el exceso de trabajo, el paro, el ruido, la competitividad, la falta de diálogo... Por último, deben valorar la importancia de desarrollar un estilo de vida saludable y propio, independiente de modas sociales poco adecuadas.

13. Establecer diferencias entre sexualidad y reproducción en las personas y aplicar los conocimientos sobre el funcionamiento de los aparatos reproductores a la comprensión del fundamento de algunos métodos de facilitación de la procreación y de control de la natalidad, así como a la necesidad de adoptar medidas de higiene y salud.

A través de este criterio se intenta comprobar que los alumnos y las alumnas saben distinguir el proceso de reproducción como un mecanismo de perpetuación de la especie, de la sexualidad entendida como una opción de comunicación afectiva y personal. Deben conocer, además, los rasgos generales del funcionamiento de los

aparatos reproductores y explicar a partir de ellos las bases de algunos métodos de control de la reproducción o de algunas soluciones a problemas de procreación. Por último, deben saber explicar la necesidad de tomar medidas de higiene sexual individual y colectiva para evitar enfermedades como el SIDA, la sífilis o la gonorrea.

14. Diseñar y realizar experiencias con plantas y animales de fácil manejo para determinar la incidencia de algunas variables que intervienen en los procesos de la fotosíntesis y la respiración, aportando datos que demuestren la gran importancia de ambos procesos para la vida.

El objetivo del criterio es confirmar que los alumnos conocen algunos aspectos de la respiración y la fotosíntesis a través de la investigación de la incidencia de algunas variables como la luz, el oxígeno, la clorofila, el alimento, sin entrar en procesos químicos ni en la determinación de las diferentes fases en las que se producen. Deben saber, además, enumerar las ventajas que aportan las plantas verdes al resto de los seres vivos y la gran importancia del proceso de la respiración como procedimiento para la obtención de energía.

15. Caracterizar un ecosistema a través de la identificación de sus componentes abióticos y bióticos y de algunas de sus interacciones.

Se trata de comprobar que los alumnos y alumnas comprenden el concepto de ecosistema a través del estudio de ecosistemas concretos, sabiendo determinar algunos rasgos abióticos (luz, humedad, temperatura, pH, rocas, topografía) y bióticos (animales y plantas más abundantes) y que son capaces de establecer algunos tipos de interacciones como las relaciones alimenticias y las adaptativas.

16. Reconocer en la naturaleza indicadores que denotan cambios en los seres vivos y huellas de procesos de erosión, transporte y sedimentación producidos por diferentes agentes geológicos externos.

En este criterio se trata de comprobar que el alumnado tiene una concepción dinámica de la naturaleza, ya que es capaz de identificar algunos indicadores que denotan, por ejemplo, fenómenos de erosión en los materiales, traslado de unos lugares a otros, cambios en los cursos de los ríos, modificaciones estacionales en animales y plantas, etc.

17. Identificar alteraciones en las rocas y otros fenómenos en la naturaleza debidos a la acción de agentes geológicos internos explicando, a la luz de los conocimientos actuales, algunas causas que pueden haberlos provocado y señalando algunas normas que deben tenerse en cuenta para prevenirlos o atenuarlos.

Este criterio pretende comprobar si reconocen en el campo, en diapositivas o a través de noticias, algunas manifestaciones de la dinámica interna como la presencia de pliegues y fallas o de fenómenos sísmicos o volcánicos, tratando de explicarlos teniendo en cuenta la configuración de la superficie terrestre en placas y su dinámica. Por otra parte, deben conocer algunas normas internacionales como las que regulan los asentamientos de poblaciones y la construcción de obras públicas para disminuir el efecto de las catástrofes.

18. Determinar, con ayuda de indicadores o datos bibliográficos, la existencia de fenómenos de contaminación, desertización, disminución del ozono, agotamiento de recursos y extinción de especies, indicando y justificando algunas alternativas para promover un uso más racional de la naturaleza.

Se trata de evaluar si los alumnos y las alumnas saben identificar algunas alteraciones concretas muy comunes producidas por los seres humanos en la naturaleza, mediante la utilización de técnicas sencillas (indicadores biológicos para la contaminación, pruebas químicas simples) o bien recogiendo datos en publicaciones para determinar el avance de la desertización del país, el problema de la lluvia ácida o del efecto invernadero, la disminución de los acuíferos, los excesos de caza y pesca, etc. Por último, deben saber explicar las causas de una serie de pautas de actuación, individuales y colectivas, para salir al paso de algunos de estos problemas.

19. Indicar algunos datos sobre los que se apoya la concepción de que la Tierra ha sufrido grandes cambios a lo largo del tiempo, que han afectado al relieve, al clima, a la distribución de continentes y océanos y a los seres vivos.

Este criterio evalúa si han adquirido una concepción global de tipo dinámico que afecta a toda la naturaleza. Deben conocer algunos ejemplos de cómo era la naturaleza en algunas épocas pasadas, indicando la presencia de seres distintos a los actuales, de distribucio-

nes diferentes de mares y tierras, de climas distintos, etc., siendo conscientes de que el problema de los cambios en la Tierra ha sido objeto de explicaciones diversas a través de la historia de la Ciencia.

20. Tomar datos espacio-tiempo de algunos movimientos a partir de rastros, fotografías de exposición múltiple y de experiencias realizadas o dadas, ordenarlos en tablas y gráficas y extraer consecuencias cualitativas de ellas, llegando a calcular las ecuaciones del movimiento uniforme y, en casos sencillos, el valor de la aceleración.

Este criterio intenta comprobar que el alumnado sabe recoger datos de un movimiento y tabularlos, de manera que se puedan sacar conclusiones cualitativas de él o de cualquier otro, teniendo en cuenta el carácter aproximado de la medida, tales como: si el móvil lleva movimiento uniforme o variado, si se acelera o se frena, si está parado, si va hacia un lado o hacia otro, etc. También se evalúa en el criterio si el alumno sabe calcular, en el caso del movimiento rectilíneo uniforme, cualquier magnitud, conocidas las otras, y si es rectilíneo uniformemente acelerado, el valor de la aceleración, pero no se pretende que maneje las ecuaciones de este movimiento.

21. Identificar las fuerzas que actúan sobre los objetos estáticos o el movimiento en situaciones sencillas y aplicar el conocimiento de algunas de sus leyes para interpretar aplicaciones prácticas elementales que mejoran el aprovechamiento de la naturaleza.

Este criterio pretende comprobar que saben identificar el tipo de fuerzas que actúa en situaciones cotidianas, como las gravitatorias, eléctricas, elásticas o las ejercidas por los fluidos, explicar su efecto sobre los cuerpos cuando éste sea sencillo, y comprobar las posibilidades del ser humano para modificar la naturaleza según su conveniencia. Además, deben saber explicar aplicaciones como la amplificación de las fuerzas con las máquinas, la modificación del rozamiento en función de su aplicación, y la utilización de las características especiales de los fluidos para la creación de mecanismos tecnológicos útiles a nuestra sociedad, como el barómetro, los barcos, etc.

22. Diseñar y montar circuitos, respetando las normas de seguridad, en los que se puedan comprobar los efectos electromagnéticos, y otros circuitos de corriente continua en los que se puedan llevar a cabo mediciones de la intensi-

dad de corriente y la diferencia de potencial, indicando las cantidades resultantes de acuerdo con la precisión del aparato utilizado.

Este criterio pretende comprobar que los alumnos y las alumnas son capaces de hacer electroimanes, producir desviaciones en la dirección de una aguja magnética, de producir corrientes metiendo y sacando un imán en una bobina, etc., de hacer montajes con pilas, resistencias eléctricas e interruptores que den respuesta a una situación sencilla planteada y de utilizar correctamente aparatos de medida como amperímetros y voltímetros sabiendo dar la cantidad con el número de cifras adecuado.

23. Explicar fenómenos naturales referidos a la transmisión de la luz y del sonido y reproducir alguno de ellos teniendo en cuenta las leyes de su transmisión y las condiciones que se requieren para su percepción.

Este criterio intenta evaluar si el alumno puede aplicar los conocimientos del comportamiento de la luz y el sonido para explicar fenómenos naturales como: las fases de la Luna, las imágenes que se forman en los vidrios y en el agua, el eco, la reverberación, etc., y de reproducir alguno de ellos.

24. Determinar, mediante el análisis de algún fenómeno científico o tecnológico, algunos rasgos distintivos del trabajo científico, como su influencia sobre la calidad de vida, el carácter de empresa colectiva en continua revisión y algunas limitaciones y errores.

Este criterio pretende comprobar que se tiene una imagen del trabajo científico como un proceso siempre en continua construcción y nunca acabado, que se apoya en los trabajos de muchas personas, que tiene los condicionamientos de cualquier actividad humana y que por ello puede verse afectada por variables de distinto tipo.

Ciencias de la Naturaleza

Secuencia por Ciclos

Secuencia de los objetivos y contenidos por ciclos

Organizar por ciclos las capacidades y los contenidos de Ciencias de la Naturaleza supone caracterizar cada ciclo según el grado de desarrollo de las capacidades y de acuerdo con los conceptos, procedimientos y actitudes que parecen, en general, más adecuados para dicho desarrollo.

Los criterios fundamentales que se han tenido en cuenta en esta caracterización han sido: la gradual maduración de los alumnos, lo que lleva a un planteamiento más global y vivencial al inicio de la etapa y más ajustado al modo de indagación científica a medida que se avanza en ella; la complejidad creciente de los contenidos, la cual está muy relacionada con el grado de abstracción que requiera su aprendizaje; el tratamiento de unas ideas fundamentales cuya profundización se va realizando a lo largo de los dos ciclos y que permite ir adecuando los contenidos al grado de desarrollo cognitivo del alumnado, y, por último, la necesidad de que exista un desarrollo equilibrado y gradual de las capacidades enunciadas en los objetivos generales a través de toda la etapa, lo cual conduce a planteamientos que propicien una gran variedad de actividades impulsando el desarrollo de una gama amplia de ellas en vez de potenciar mucho unas en detrimento de otras.

Las capacidades relacionadas con la comprensión del medio natural se favorecen con una elección adecuada de contenidos conceptuales, los cuales se han estructurado en torno a cuatro conceptos fundamentales —materia, energía, interacción y cambio— que actúan como eje del desarrollo. Estos contenidos se distribuyen en ambos ciclos de manera que en el primero haya un predominio de aquellas ideas que tienen que ver con la materia por tratarse de conceptos próximos al nivel de desarrollo del alumno, ganando en rele-

vancia, y en el segundo ciclo aquellas que se refieren a la energía, las interacciones y los cambios.

Las capacidades relacionadas con la adquisición de procedimientos y estrategias para explorar la realidad y afrontar situaciones problemáticas se pueden ir adquiriendo gradualmente de manera que sea cada vez menos necesaria la familiarización con la tarea y la ayuda suministrada, aumentando, en cambio, el número de variables, el aparato matemático necesario o el nivel de rigurosidad exigido.

Por último, para potenciar las capacidades que se desarrollan con la adquisición de actitudes relacionadas con la consecución de estilos de vida saludables, de los valores propios de la actividad científica y de las actitudes positivas y críticas hacia la Ciencia, parece más adecuado secuenciar éstas de modo que en el primer ciclo se aborden las que afectan al dominio personal como la autoestima, el cuidado del propio cuerpo y los hábitos de trabajo, posponiendo para el segundo las que facilitan una mayor inserción social y un aumento de la capacidad crítica como el análisis de las actitudes sociales, de la flexibilidad y del antidogmatismo, haciendo especial hincapié en las actitudes hacia la Ciencia.

Primer ciclo

Respecto a la adquisición de conceptos

Estudio de la materia

Para desarrollar la capacidad de comprensión de conceptos básicos que permiten conocer e interpretar la Naturaleza parece adecuado, en el primer ciclo, un predominio del estudio de la materia. Se trataría de ir definiendo la materia apoyándose en la observación y en la descripción de sus propiedades.

La materia sólida, observable, por ejemplo, en el relieve, puede conocerse a través del estudio de las rocas fundamentales, sus propiedades, sus componentes minerales, su disposición en el campo y la utilidad que los seres humanos han hecho de ellas a través de los tiempos.

La materia líquida y gaseosa podría abordarse a partir de las propiedades más características del aire y el agua que van a tener mayor

incidencia en los fenómenos de interacción con otros materiales que se estudien después.

El estudio de los seres vivos parece adecuado iniciarlo con la descripción de los rasgos diversos que favorecen su supervivencia en diferentes condiciones, gracias a la posesión de variadas estructuras para realizar similares funciones. Convendría tratar después aquellos rasgos comunes que les caracterizan, como su organización celular y la realización de las mismas funciones.

El estudio de las personas como ejemplo de seres vivos se puede centrar en la descripción morfológica y la posición de sus aparatos fundamentales, estableciendo algunas grandes relaciones con las funciones que realizan y los hábitos de higiene y salud que se derivan de ellas, con lo que se desarrolla la capacidad de utilizar sus conocimientos sobre el funcionamiento de su cuerpo para afianzar dichos hábitos.

Para completar el estudio de la materia convendría utilizar modelos del Sistema Solar de forma que se favorezca la capacidad de interpretación de fenómenos naturales cotidianos que se observan en la Tierra.

Podría abordarse en este ciclo la constitución de la materia, estudiando las principales propiedades macroscópicas de los sistemas materiales y relacionando las diferentes propiedades con la utilización que de ellos se hace en la vida diaria, con lo que se potencia la capacidad de valorar las aplicaciones tecnológicas en la evolución de la sociedad. También habría que identificar las sustancias puras por sus propiedades características y llegar a la idea de átomo como componente universal de toda la materia, ya sea viva o inerte. Parece conveniente, además, empezar a manejar el modelo de discontinuidad de la materia.

Iniciación a la energía, interacción y cambio

Con el fin de ir adquiriendo de manera progresiva la capacidad de interpretar la dinámica del mundo físico-natural, convendría iniciar, en este ciclo, la conceptualización de la energía. Para ello, parece conveniente primero realizar una aproximación cualitativa a dicho concepto, teniendo en cuenta algunas de sus características, como su necesidad para la realización de todos los procesos, su capacidad de almacenamiento, de transporte, de transformación y degradación.

Para destacar la naturaleza dinámica de la materia es muy adecuado el estudio de su comportamiento ante el calor, detectando los cambios que se producen en ella como la dilatación y los cambios de estado.

Se puede ampliar la concepción dinámica de la Naturaleza con el estudio de algunas relaciones sencillas entre los componentes materiales de la Tierra anteriormente caracterizados. El planteamiento de algunos problemas de interacción entre el aire y el agua con los seres vivos o con las rocas permiten explicar cambios en la distribución de los seres, distintas formas de desarrollo, cambios observables en el relieve, o diversas modificaciones introducidas por el hombre como obras públicas, repoblaciones o cultivos, desarrollando la capacidad de utilizar sus conocimientos para disfrutar del medio natural y desarrollar hábitos y actitudes encaminadas a conservarlo y mejorarlo. Las interacciones especiales de los seres humanos con la Naturaleza pueden hacer reflexionar al alumnado, a través de sencillos ejemplos, sobre los pros y contras de los grandes cambios ocasionados.

Otras interacciones que pueden estudiarse en este ciclo son las de los seres humanos con el medio a través de dos sentidos fundamentales: la vista y el oído. Cómo vemos las cosas o cómo oímos su sonido son problemas fácilmente abordables siempre que el estudio de la luz se trate desde la óptica geométrica. Habría que recalcar el hecho de que en ambos procesos se produce un transporte de energía sin arrastre de masa, propio de las ondas, por ser lo que sirve de nexo entre la luz y el sonido, ya que de otra forma es difícil reconocer su relación por enfocarse la luz sin un tratamiento ondulatorio. Por otro lado, del movimiento ondulatorio convendría indicar su importancia por sus aplicaciones en los diversos ámbitos de la actividad humana.

Puede completarse el ciclo con la introducción de algunos conceptos de cinemática, fuerza y electricidad como el estudio cualitativo de movimientos sencillos, el efecto de las fuerzas sobre los cuerpos y su medida y el manejo de circuitos eléctricos de corriente continua. Estos conocimientos son adecuados para ser tratados de manera cíclica, empezando por un estudio fundamentalmente cualitativo, sin formalizar sus normas de comportamiento, y después retomar estos contenidos en el segundo ciclo para englobarlos en las grandes teorías de la mecánica y el electromagnetismo. Otra razón para introducirlos en el primer ciclo es el hecho de que se tratan fenómenos observables y cotidianos, que propician, además, la adquisición de destrezas básicas de realización de medidas, tabula-

ción de datos, interpretación de gráficas, construcción de circuitos eléctricos, adquisición de normas de seguridad, que tienen interés para la vida cotidiana del alumnado a la vez que lo preparan para estudios posteriores. Se potencia así la capacidad de aplicar los procedimientos de la Ciencia en la resolución de problemas.

En síntesis, parece más adecuado para este primer ciclo desarrollar la capacidad de comprensión de conceptos e ideas básicos en sus aspectos más descriptivos con base en observaciones directas, usando analogías familiares o modelos con poco grado de abstracción.

Respecto a los procedimientos

Con objeto de desarrollar la capacidad de abordar progresivamente problemas con una perspectiva científica, parecen más adecuados para este primer ciclo aquellos procedimientos basados en la observación cualitativa y cuantitativa, que van a permitir la descripción, la comparación, la búsqueda de regularidades, la clasificación o la identificación. Asimismo, las técnicas más frecuentemente utilizadas serán aquellas, basadas en procedimientos físicos que permiten indagar en la estructura de la materia, aislando diferentes componentes.

Las relaciones que se establezcan serán sobre todo de tipo cualitativo y las leyes deben relacionar, generalmente, sólo dos variables.

Las interpretaciones de fenómenos naturales que se propongan deberían ser aplicaciones directas del fenómeno aprendido y las aplicaciones tecnológicas se deducirán fácilmente por ser muy inmediatas, potenciando con ello la capacidad para aplicar los conocimientos científicos en el análisis de las aplicaciones tecnológicas.

Los problemas de investigación sugeridos podrán abordarse en situaciones familiares con soporte matemático sencillo, suministrándoles los datos necesarios o facilitando su acceso a ellos.

Los aparatos de observación y medida utilizados serán elementales, tales como la lupa, la cinta métrica, el cronómetro, el dinamómetro, la probeta, la pipeta, la balanza o el termómetro.

La capacidad de aplicar estrategias personales en la resolución de problemas puede potenciarse planteando problemas de investigación en los que se establezcan relaciones sencillas entre dos variables, iniciándose el control de alguna otra. Previamente convendría resolver

situaciones donde se distingan causas de efectos y datos de conjeturas. Parece adecuado, en este primer ciclo, suministrar ayuda para la realización de los diseños experimentales que se van requiriendo.

Se desarrollará la capacidad de expresar y comprender mensajes científicos comenzando en este ciclo por los más descriptivos y poco argumentativos, potenciando la recogida de datos, su representación e interpretación, la utilización de dibujos y esquemas, los diagramas de barras y las gráficas directas. Paulatinamente deberá aumentar también el nivel de rigurosidad exigido.

También contribuye a la adquisición de dicha capacidad el reflejar las experiencias realizadas en sencillos informes escritos, acompañados de citas bibliográficas, cuya estructura, claridad y rigor vayan progresivamente en aumento.

Podrá mejorarse la capacidad de elaborar criterios personales propiciando la elaboración de conclusiones que se deriven directamente de una determinada experiencia y la detección de algunos errores que se producen en la vida corriente cuando se generalizan conclusiones obtenidas de una experiencia puntual.

Respecto a las actitudes

En cuanto a las actitudes, valores y normas adecuadas para este ciclo, destacan, en primer lugar, aquellas que desarrollan la capacidad de organizar y de asumir responsabilidades en la tarea personal del alumnado, de aumentar la propia autoestima y de colaborar con las tareas del grupo. Estas actitudes pueden propiciarse progresivamente a través de un control de las tareas por parte del profesorado, una invitación a la reflexión del grupo sobre la dinámica seguida y un desarrollo de la tendencia a valorar positivamente las contribuciones de todos los miembros que integran el grupo.

Se considera esencial también para este ciclo la adquisición de normas que guíen las relaciones en la clase, así como las de seguridad en los trabajos de campo y laboratorio, intentando que se valore esta normativa no como una imposición arbitraria, sino como un manera de facilitar el ambiente de convivencia y de evitar accidentes.

La gradual adquisición de la capacidad para utilizar los conocimientos sobre el funcionamiento del cuerpo humano propicia mejorar los hábitos personales de higiene y salud corporal y mental, así

como valores adecuados para el alumnado de esta edad, hábitos de limpieza, de no consumir alcohol ni tabaco, etc.

Por otra parte, los alumnos deben desarrollar las capacidades de manifestar los problemas, de pedir ayuda, de relacionarse con los pares y otros grupos generacionales de manera positiva y de organizar el tiempo de ocio y trabajo.

Tendrían que progresar en la capacidad de reconocer y valorar las aportaciones de la Ciencia, a través de una reflexión sobre el papel de ésta y la Tecnología en la sociedad actual y su repercusión en el aumento de la calidad de vida. Deberían, además, adquirir consciencia de sus limitaciones.

Por último, deberán valorar la incidencia de un medio ambiente sano en la vida de las personas y sabrán detectar algunas prácticas que tienen incidencia negativa en su ambiente o que no colaboran para su defensa.

Segundo ciclo

Respecto a los conceptos

Así como el primer ciclo podría caracterizarse por un estudio descriptivo de la materia, sus propiedades y una iniciación a su estructura, el segundo estaría dedicado fundamentalmente a profundizar en dicha estructura y al tratamiento de la energía, las interacciones y los cambios. Es, por otra parte, al final del ciclo cuando es posible globalizar una serie de procesos aislados bajo un marco teórico común.

Ampliación en la constitución de la materia

Para progresar en la adquisición de la capacidad de comprender e interpretar el mundo físico natural, se profundiza, en este ciclo, en la constitución de la materia, retomando el concepto de discontinuidad al aplicar la teoría cinética para justificar el comportamiento de los gases y profundizar en los conceptos de temperatura y presión. Por otra parte, la estructura atómica se enriquece con la introducción de modelos que permiten explicar el comportamiento eléctrico de la materia, se inicia la clasificación de los elementos, su representación con símbolos y la de algunos compuestos muy utilizados, se

adquieren los conceptos de enlace y de reacción química y se aplica el principio de conservación de la masa.

Profundización en la energía, interacción y cambio

La profundización en el tratamiento de la energía se realiza introduciendo el principio de conservación y una nueva concepción del calor, como forma de transferencia de energía, que supone una integración de éste en el marco teórico de la mecánica.

El electromagnetismo se trabaja a nivel cualitativo, relacionando los fenómenos eléctricos y magnéticos; habría que retomar el estudio de circuitos llegando a la ley de Omh, relacionar las interacciones electrostáticas con la constitución de la materia y trabajar la ley de Coulomb cualitativamente.

Dentro de la mecánica, además de los aspectos energéticos, se trata de profundizar en el estudio de los movimientos, iniciado en el primer ciclo, y su relación con las fuerzas a través de las leyes de Newton, de trabajar la estática, especialmente la de fluidos por su gran aplicación práctica, y de estudiar las interacciones gravitatorias que permiten entender la unión entre los cuerpos celestes y terrestres, así como la variación del valor del peso de los cuerpos.

La adquisición del concepto de enlace, reacción química y el avance de las ideas sobre la energía permite aproximarse a la comprensión, en este ciclo, de algunos aspectos de dos procesos de nutrición extremadamente complejos de los seres vivos: la respiración y la fotosíntesis. Sería conveniente incidir en la diferencia que supone el obtener energía de los alimentos con el ser capaz de fabricarlos, y en la importancia que esta característica de las plantas verdes tiene en la Naturaleza.

En el estudio de los seres vivos, el principal avance en este ciclo sería profundizar en los procesos de nutrición, reproducción y relación de las personas, como un grupo más de los seres vivos, una vez que la morfología de los aparatos parece ya consolidada en el ciclo anterior. Esto supone que las relaciones que pueden establecerse entre funciones y hábitos de higiene y salud pueden ser más rigurosas, ya que están basadas en una comprensión mayor de los procesos de los cuales se deducen, ampliándose así la capacidad de utilizar los conocimientos sobre el funcionamiento del cuerpo humano.

En cuanto a las interacciones, así como en el primer ciclo se ha hecho hincapié en el estudio por separado de los componentes abió-

ticos y bióticos con breves incursiones en interacciones sencillas, en este ciclo el estudio se centra en el ecosistema como unidad global y dinámica. El análisis de las relaciones entre sus componentes debe ayudar a comprender la profunda interdependencia entre ellos y las repercusiones en cualquier tipo de alteración.

La constatación de los cambios, que en el primer ciclo se había reducido a los que se producen en el relieve por la acción de los agentes geológicos externos y a la enumeración de algunos provocados por los seres humanos, se ve en este ciclo ampliado al estudio de los cambios producidos en el relieve por los procesos internos, a la detección de las repercusiones más comunes de las alteraciones de responsabilidad humana y a la consideración mucho más global de la Tierra como un planeta en continuo cambio.

Por último, el conocimiento de algunos aspectos de las teorías actuales que explican los continuos cambios en la Tierra aportaría una síntesis final que daría una coherencia a estos aspectos estudiados.

En síntesis, este segundo ciclo trataría de que el alumnado profundizara en la capacidad de comprensión de los conceptos básicos de la Ciencia que le permiten abordar relaciones que no son directamente observables, leyes donde existen relaciones con más de una variable independiente, modelos de interpretación de la realidad más abstractos y algunas teorías explicativas globales de síntesis.

Respecto a los procedimientos

Con respecto a los procedimientos adecuados para este ciclo, que permiten avanzar en el desarrollo de la capacidad de aplicar estrategias personales en la resolución de situaciones problemáticas, se hará mayor hincapié en la emisión de hipótesis, en los diseños experimentales y en la comparación de leyes, modelos y teorías, señalando algunas similitudes y diferencias.

Además, sería conveniente que se dedujesen consecuencias que se derivan de la aplicación de un modelo y que se estudien fenómenos en los que exista más de una variable independiente.

Los alumnos y alumnas tendrían que abordar los problemas de investigación propuestos, con un mayor grado de independencia de la familiaridad de la situación y de la ayuda exterior, siendo capaces de buscar por su cuenta los datos necesarios.

Los aparatos para la observación cualitativa y cuantitativa serán más complejos: amperímetros, voltímetros, microscopios..., y las gráficas que se interpreten se referirán a relaciones matemáticas de mayor profundidad.

Podrían detectar conclusiones que no se deriven directamente de los datos de una experiencia y llegarán a formular leyes sencillas a partir de los datos recogidos de una investigación, contrastando sus resultados con la bibliografía utilizada.

Convendría iniciarse en la predicción de consecuencias que se derivan de una ley, evitando generalizaciones inadecuadas, y elaborar informes con mayor grado de orden, claridad y rigor de los que se pedían en el primer ciclo, mejorando la capacidad de expresar mensajes científicos utilizando un lenguaje adecuado.

Respecto a las actitudes

En cuanto a las actitudes, valores y normas, aumenta en este ciclo la importancia de aquellas que colaboran a una mayor inserción social y aumentan la capacidad de elaborar criterios personales sobre problemas científicos y un aumento de la capacidad crítica.

Tendrían que organizar sus propias normas de funcionamiento en un grupo de trabajo y desarrollar una mayor actitud crítica ante su trabajo personal y el de sus compañeros y compañeras de grupo, acostumbrándose a utilizar argumentaciones en su discurso y estando abiertos a comprender las de los demás, tomando actitudes flexibles y no dogmáticas, ya que con la discusión y la argumentación se puede facilitar el cambio conceptual en el conocimiento. Debería aumentarse el nivel de autoexigencia superando las cuestiones puramente afectivas para entrar en análisis más científicos.

Asimismo habría que desarrollar la capacidad crítica analizando algunas actitudes sociales que no colaboran al desarrollo de la salud comunitaria, aportando, razonadamente, algunas causas personales, sociales y económicas que las explican. Convendría, además, que llegasen a elaborar algunas alternativas y diseñaran maneras de difundirlas.

Habría que desarrollar, también, una actitud crítica y razonada ante aquellas prácticas de alteración del medio de consecuencias negativas para la Naturaleza, valorando el esfuerzo solidario de per-

sonas e instituciones internacionales que se ocupan de la defensa del medio ambiente mundial.

Por otra parte, irán adquiriendo la capacidad de realizar una valoración más ajustada de la Ciencia, al considerarla como una actividad humana en continua construcción, que tiene limitaciones y que está sometida a presiones extracientíficas.

TERCERO Y CUARTO CURSOS DEL SEGUNDO CICLO

El hecho de que el área de Ciencias de la Naturaleza sea una materia optativa en el cuarto curso de la Educación Secundaria Obligatoria supone dos consideraciones:

1.ª Todo el alumnado de la Educación Secundaria cursará al menos en tres cursos el área de Ciencias de la Naturaleza.

2.ª Debe decidirse la distribución de los contenidos en los dos cursos del segundo ciclo a fin de que no se produzcan desigualdades añadidas que impidan que el alumnado tenga problemas al trasladarse, al seguir otros estudios o encontrarse con muy pocas herramientas científicas a la hora de terminar su Educación Secundaria Obligatoria.

Es por todo ello por lo que parece más adecuado que el tercer y cuarto cursos de Ciencias de la Naturaleza de la Educación Secundaria Obligatoria recojan contenidos referidos a Física y Química y a Ciencias Naturales. Si se limitara a uno de los aspectos, los estudiantes que no optaran por las Ciencias de la Naturaleza en el cuarto curso sólo poseerían los pocos conocimientos de Física y Química o de Ciencias Naturales que se han adquirido en el primer ciclo. Este hecho limitaría más, a nuestro parecer, las opciones de estudios posteriores y privaría a los futuros ciudadanos, que no han seguido una opción científica, de conocimientos de gran interés para su vida cotidiana.

Según estas reflexiones, se va a indicar a continuación la distribución de los contenidos de Ciencias de la Naturaleza que se han elegido para el tercero y cuarto cursos. El forzar una distribución de procedimientos y actitudes en dos grados diferentes puede resultar artificiosa; podría marcar el grado de dificultad el hecho de tenerlos que aplicar a contenidos conceptuales diferentes. Es por ello por lo que se hace solamente la distribución de los contenidos conceptuales entre tercero y cuarto cursos.

Criterios para la organización por cursos

Los criterios que se han tenido en cuenta para dicha distribución son:

1. Las dificultades conceptuales de algunos aspectos del área, tanto de Física y Química como de Ciencias Naturales, que exigen establecer una gradación por su complejidad.
2. La funcionalidad para la vida cotidiana, que aconseja seleccionar para el tercer curso, que cursarán todos los ciudadanos, aquellos contenidos que mejor le ayuden a comprenderse a sí mismo y a su propio medio.

Tercer curso

De acuerdo con estos criterios parece adecuado seleccionar para el tercer curso los conocimientos que se refieran a los núcleos que se citan a continuación:

- Las personas, estudio de sus funciones y profundización en las relaciones de éstas con los hábitos de salud e higiene.

  Esto supondría abordar en este tercer curso problemas relacionados con la salud de las personas y la comunidad. A través de ellos, se profundizará en el conocimiento de algunos aspectos de las funciones vitales que hagan posible una comprensión razonada de la necesidad de adoptar pautas de vida saludables.

- Los ecosistemas, componentes e interacciones. Los efectos de los cambios humanos en la Naturaleza y la importancia de su defensa.

  Se trataría de trabajar sobre algunos de los problemas fundamentales que la Humanidad ha creado como consecuencia de una excesiva explotación de los recursos. El conocimiento de algunos aspectos sencillos de interacción entre los componentes de los ecosistemas permitirá razonar la necesidad de adoptar medidas encaminadas a la defensa del medio.

  Ambos núcleos, la salud personal y la ambiental, son dos aspectos que tienen que ver con la supervivencia personal y mundial y exigen, cada vez más, que las personas estén preparadas para cuidarse a sí mismas, así como para presentar

una actitud solidaria y enérgica de oposición ante prácticas inadecuadas de destrucción del medio.

- Profundización en la estructura de la materia. Iniciación a la clasificación de los elementos, al concepto de enlace, al de reacción y a la utilización de éstas por el ser humano.

  Con ello se facilitará la comprensión de los procesos biológicos y se ayudará a entender los grandes logros que se obtienen actualmente respecto a la posibilidad de creación de nuevos materiales. Además, permite propiciar una actitud crítica ante la utilización indebida de materiales que deterioran el medio ambiente y la salud de las personas.

- Electricidad y electromagnetismo. Sus aplicaciones prácticas, su especial importancia para la Humanidad y los problemas que presenta su obtención.

  Estos conocimientos tienen un carácter muy funcional, ya que permiten solucionar problemas sencillos cotidianos y comprender otros procesos más complejos. Los contenidos relativos al electromagnetismo parecen adecuados para este curso siempre que se aborden de manera cualitativa.

  Por otra parte, aunque el aspecto energético de los circuitos no se trabaje cuantitativamente, en este núcleo se puede reflexionar sobre los grandes problemas que supone la obtención de esta energía tan preciada para la Humanidad. Asimismo se puede incidir sobre las razones de las crisis energéticas y valorar la conveniencia del ahorro energético y la diversificación de las fuentes de energía.

Cuarto curso

Para el cuarto curso, de carácter optativo, que sólo cursaría una parte del alumnado, convendría el estudio de los siguientes núcleos:

- Ciclos de materia y flujo de energía en el ecosistema. Autorregulación del ecosistema. El problema de las plagas. La lucha biológica.

  Se trataría de ahondar en la dinámica interna del ecosistema a través del conocimiento del carácter cíclico de la materia y del flujo de la energía entendiendo la degradación en términos de dificultad de reutilización.

Por otra parte, la comprensión de las posibilidades de autorregulación de un ecosistema permitiría entender algunas causas que propician la aparición de plagas y el sentido de la lucha biológica para sofocarlas.

- Algunas alteraciones a la disposición normal de las rocas en el campo. Otras manifestaciones de la dinámica interna de la Tierra. La configuración en placas de la superficie terrestre.

  Conocidos ya algunos aspectos de la dinámica externa más fácilmente abordables, se trataría aquí de profundizar en los aspectos de dinámica interna que condicionan en gran medida los primeros y en cuya explicación se ha avanzado mucho en los últimos años a partir de la teoría de tectónica de placas.

- La Tierra, un planeta en continuo cambio. Los cambios en los ecosistemas a largo plazo. Los fósiles como indicadores. Algunas explicaciones históricas al problema de los cambios. Fijismo y evolucionismo. Algunas relaciones entre genética y evolución.

  Convendría profundizar aquí en los grandes cambios que han afectado y continúan afectando a nuestro planeta, teniendo en cuenta los indicios biológicos y geológicos existentes, a la vez que se trataría de reconstruir algunas explicaciones que desde el punto de vista de la historia de la Ciencia se han dado para explicarlos. Por último, a la luz de algunos aspectos básicos de genética, se podría ampliar y actualizar el concepto de evolución.

- Estudio cualitativo de cualquier movimiento. Tratamiento cuantitativo del movimiento rectilíneo uniforme. Cálculo de la aceleración. Efecto de las fuerzas sobre los cuerpos. Estática. Principios de la dinámica. Fuerzas de interés en la vida cotidiana. Presión y fuerzas en fluidos.

  Se trata de profundizar en el tratamiento cualitativo de cualquier movimiento, sea rectilíneo o curvilíneo, pudiendo así justificar la existencia de fuerzas en los movimientos curvilíneos uniformes. Se puede también cuantificar el movimiento rectilíneo uniforme y calcular la aceleración en situaciones especialmente sencillas.

  Se trata, asimismo, de aplicar las leyes de Newton a casos en que la fuerza resultante se calcula de manera muy directa y no sea precisa la descomposición de las componentes. Por otra parte, se pueden conocer también las condiciones para el

equilibrio, así como reconocer la presencia de fuerzas en la vida cotidiana, y estudiar aquellas de especial interés práctico como las debidas a la presión en el interior de los fluidos y al rozamiento, formalizando lo mínimo posible y no llegando a conceptos como el de coeficiente de rozamiento.

- Ley de la Gravitación Universal. El peso de los cuerpos. Síntesis newtoniana. El problema de la posición de la Tierra en el Universo: algunas explicaciones históricas.

  Se pretende estudiar la gravitación universal llegando a la expresión matemática. Conocer las respuestas que se han dado a la posición de la Tierra en el Universo y destacar el interés que tuvo, históricamente, el hecho de poder realizar esa síntesis newtoniana unificando la concepción de la materia terrestre y celeste, al estar toda ella, por igual, sometida a la Ley de la Gravitación Universal.

- Energía cinética y potencial. Principio de conservación de la energía. Calor y trabajo como formas de transferencia de energía.

  Habiéndose estudiado ya las características de la energía, se trata de analizar sus transformaciones aplicando el principio de conservación, utilizando a su vez la idea de degradación para comprender la existencia de crisis energéticas. También habría que realizar un tratamiento del calor ligado a los conceptos energéticos, como un proceso de transferencia, al igual que el trabajo. Asimismo se pueden estudiar de manera cuantitativa los efectos del calor sobre los cuerpos, el estudio del trabajo en casos particulares en que no sea precisa la trigonometría, y manejar los conceptos de potencia y de rendimiento.

Estos cuadros, que son un complemento de la secuencia de objetivos y contenidos descrita anteriormente, facilitan al profesor una visión conjunta de la gradación que se ha establecido entre los ciclos. No sustituyen al texto de la secuencia; por el contrario, sólo pueden interpretarse correctamente acompañados de la lectura de la misma.

Primer ciclo

A través de problemas de este tipo

— ¿De qué está compuesta la materia?

— ¿Cómo se pueden obtener sustancias puras?

— ¿Por qué se dilatan los cuerpos?

— ¿Qué cualidades de la energía se emplean cuando en cualquier parte del planeta se están utilizando combustibles?

— ¿Qué procesos se están produciendo en los rayos luminosos al mirarse en un objeto o mirar a través de él?

— ¿Cómo identificar rocas y minerales?

— ¿Cómo diferenciarías unos árboles de otros?

— ¿Que propiedades del aire y del agua son importantes para los seres vivos?

— ¿De qué están constituidos los seres vivos?

— ¿Cómo influyen determinadas variables en el desarrollo de los seres vivos?

— ¿Cómo identificar alteraciones en las rocas?

— ¿Por qué ciertos hábitos son más saludables que otros para la salud?

Segundo ciclo

Tercer curso

— ¿Cómo se explica que en las capas bajas de la atmósfera la presión es muy superior a su valor en las capas altas?

— ¿Qué fenómenos justificaron la modificación del modelo de Dalton?

— ¿Cómo puede distinguirse tras el proceso de unión de dos sustancias si el resultado es una mezcla o se ha producido una reacción química?

— ¿Para qué necesitamos respirar?

— ¿Qué componentes debe tener una dieta equilibrada?

— ¿Qué hábitos son adecuados para una buena salud sexual?

— ¿Qué misión cumplen los productores en un ecosistema?

— ¿Cómo se puede detectar la contaminación atmosférica en una zona por métodos biológicos?

— ¿Cómo se calcularía la resistencia de una bombilla en la que no vienen indicados los datos?

— ¿Cómo se podría tomar una decisión razonada sobre el suministro de energía que podría proporcionarse a un cierto país?

— ¿Qué explicaciones se han ido dando desde la Ciencia al problema de la constitución de la materia?

Cuarto curso

— ¿Qué tipos de energías producen mejores rendimientos en su utilización en las máquinas y cómo se justifica que dicho rendimiento nunca sea el 100%?

— ¿Por qué los volcanes y los terremotos se localizan en unas determinadas zonas de la Tierra?

— ¿Por qué se sabe que la Tierra ha cambiado sus características abióticas y bióticas a lo largo de su historia?

— ¿Qué agentes externos pueden provocar mutaciones?

— ¿Qué relación existe entre la tala masiva de árboles y la acumulación excesiva de CO_2 en la atmósfera?

— ¿Cómo va variando la energía en el paso de un nivel trófico a otro?

— ¿Qué diferencia básica existe entre una interpretación fijista de la Naturaleza y una evolucionista?

— ¿Qué situaciones reales podrían corresponder a gráficas concretas **s-t** ó **v-t** del movimiento de un objeto?

— ¿Cómo se calcularía la ecuación del movimiento de un objeto conocida su gráfica **s-t** en caso de movimientos uniformes?

— ¿Qué máquinas habría que diseñar para conseguir que las fuerzas ejercidas se dupliquen, tripliquen, etcétera?

Continúa

Continúa

Problemas

Primer ciclo

A través de problemas de este tipo

— ¿Cómo se pueden tomar datos espacio-tiempo en una carrera o en otros movimientos?

— ¿Cómo hacer un sencillo montaje eléctrico con bombillas e interruptores como es iluminar un árbol de Navidad?

Segundo ciclo

Tercer curso	Cuarto curso
	— ¿Cómo podrían comprobarse los factores que influyen en el empuje que sufre un cuerpo dentro de un fluido? — ¿Por qué no notamos la atracción de las fuerzas gravitatorias de los cuerpos que nos rodean? — ¿Por qué determinadas teorías científicas que al cabo del tiempo se aceptaron fueron rechazadas en el momento histórico en el que se produjeron?

Conceptos

Primer ciclo

Se adquieren contenidos

Desarrollo predominante del aspecto descriptivo de la materia e iniciación a su estructura y al tratamiento de la energía, las interacciones y los cambios.

— La materia: Sus propiedades y su uso.

Iniciación a su estructura.

— Descripción del Sistema Solar.

— Las rocas: Sus propiedades, uso e identificación.

— El aire y el agua: Propiedades e importancia.

— Los seres vivos: Su unidad celular.

Su diversidad.

— Las personas: Su morfología y algunas relaciones entre funcionamiento y salud.

— La energía: Sus propiedades.

Efectos del calor.

Luz y sonido: una forma de propagación.

— Algunas interacciones entre factores abióticos y seres vivos.

— Interacciones eléctricas y mecánicas (fuerzas y movimiento) a nivel cualitativo.

Segundo ciclo

Tercer curso

Se desarrolla sobre todo la estructura de la materia y los conceptos relativos a la energía, interacción y cambio.

— Las personas: estudio de sus funciones y profundización en las relaciones de éstas con los hábitos de salud e higiene.

— Los ecosistemas: componentes e interacciones. Los efectos de los cambios humanos en la Naturaleza y la importancia de su defensa.

— Profundización en la estructura de la materia. Iniciación a la clasificación de los elementos, al concepto de enlace y al de reacción química. Utilización de las reacciones por el ser humano.

— Electricidad y magnetismo. Sus interacciones a nivel cualitativo. Aplicaciones prácticas. Su importancia y problemas para su obtención.

Cuarto curso

Se desarrollan sobre todo los conceptos relativos a la energía, interacción y cambio.

— Ciclos de materia y flujo de energía en el ecosistema. Autorregulación del ecosistema. El problema de las plagas. La lucha biológica.

— Algunas alteraciones a la disposición normal de las rocas en el campo. Otras manifestaciones de la dinámica interna de la Tierra. La configuración en placas de la superficie terrestre.

— La Tierra, un planeta en continuo cambio. Los cambios en los ecosistemas a largo plazo. Los fósiles como indicadores. Algunas explicaciones históricas al problema de los cambios. Fijismo y evolucionismo. Algunas relaciones entre genética y evolución.

— Estudio cualitativo de cualquier movimiento. Tratamiento cuantitativo del movimiento rectilíneo uniforme. Estática. Principios de la dinámica. Fuerzas de interés en la vida cotidiana. Presión y fuerzas en fluidos.

— Ley de la Gravitación Universal. El peso de los cuerpos. El problema de la posición de la Tierra en el Universo: Algunas explicaciones históricas.

— Energía cinética y potencial. Principio de conservación de la energía. Calor y trabajo como formas de transferencia de energía.

Primer ciclo

Se adquieren contenidos

Iniciación a las estrategias personales para la resolución de situaciones problemáticas en situaciones familiares, con ayuda del profesor y primando lo cualitativo sobre lo cuantitativo.

— Resolver problemas que aborden relaciones entre dos variables, sobre todo de tipo cualitativo.

— Resolver problemas en contextos familiares, con aparato matemático sencillo, con datos suficientes o de fácil acceso.

— Iniciar el control de variables.

— Diseñar experiencias con ayuda del profesor.

— Observar cualitativa y cuantitativamente, utilizando aparatos de medida sencillos como lupa, cronómetro, dinamómetro, probetas, balanza, etc.

— Describir, comparar, buscar regularidades, identificar, clasificar.

— Recoger datos. Organizar los mismos en esquemas, tablas, diagrama de barras o de sectores y gráficas directas. Interpretar los datos tabulados de la manera indicada.

— Interpretar fenómenos naturales como aplicación inmediata de los fenómenos aprendidos.

— Expresar mensajes descriptivos, o de argumentación muy sencilla, con claridad.

Segundo ciclo

Se afianzan las estrategias para la resolución de situaciones problemáticas en contextos menos familiares, con menos ayuda y empezando a ganar relevancia lo cuantitativo, por lo que los requerimientos matemáticos se hacen un poco mayores.

— Resolver situaciones problemáticas en las que se puedan presentar más de una variable independiente y en las que haya que controlar alguna.

— Determinar en una investigación las variables que deben ser controladas.

— Diseño de experiencias con ayuda del profesor y a veces autónomamente.

— Emitir hipótesis ante un problema.

— Observar cuantitativamente con aparatos más complejos como amperímetros, voltímetros, buretas...

— Establecer clasificaciones basadas en datos relevantes, y ser capaces de deducir los criterios de clasificación que se han empleado en una dada.

— *Comparar leyes, modelos y teorías* señalando similitudes y diferencias.

— Deducir consecuencias que se derivan de la aplicación de un modelo.

— Conocer la existencia de revistas científicas adecuadas a sus posibilidades de comprensión, así como los suplementos que los periódicos dedican al tema.

Continúa

Continúa

Procedimientos

Primer ciclo

Se adquieren contenidos

— Elaborar conclusiones que se deriven de una determinada experiencia.

— Realizar informes de prácticas o de trabajos bibliográficos acompañados con citas.

Segundo ciclo

— Detectar la intención comunicativa de una información.

— Interpretar gráficas, sean o no directas, y asociar la pendiente a la magnitud adecuada.

— Explicar fenómenos naturales como aplicación de lo aprendido sin que necesariamente tenga que ser una consecuencia inmediata.

— Detectar mayor o menor relevancia de los datos aportados en la solución de un problema científico.

— Ante un artículo periodístico o un informe relativo a conclusiones de algún trabajo, detectar incongruencias o generalizaciones sin base.

— Elaborar informes progresando en su estructuración y rigor respecto del primer ciclo.

Primer ciclo

Se adquieren contenidos

Actitudes personales

Desarrollo de aquellas actitudes que incidan fundamentalmente en la asunción de sus propias responsabilidades, su autoestima y sus hábitos personales de salud, así como a su acoplamiento en el grupo de compañeros.

— Organizar el trabajo y el tiempo de ocio.

— Asumir las responsabilidades en su tarea personal.

— Aumentar su propia autoestima.

— Colaborar con las tareas del grupo.

— *Valorar las aportaciones de los* demás.

— Utilizar con precaución los instrumentos de trabajo que impliquen algo de riesgo; navajas, tubos de ensaño...

— Cumplir con las normas de seguridad y valorarlas como positivas.

— Adquirir hábitos de higiene, salud corporal y mental.

— Manifestar los problemas a quien pueda ayudar.

— Valorar un medioambiente sano.

— Detectar prácticas de incidencia negativa en el medio.

Segundo ciclo

ACTITUDES PERSONALES

Se potencian las actitudes que favorecen una mayor inserción social y un aumento de la capacidad crítica aumentando la argumentación a la vez que la necesaria flexibilización en la adopción de posturas.

— Organización, con los compañeros de grupo, de las normas de funcionamiento y aceptación una vez establecidas.

— Desarrollar una actitud crítica ante el trabajo personal y el de los compañeros de grupo.

— Valorar la argumentación como base del avance en el conocimiento superando las cuestiones afectivas en los análisis científicos.

— Flexibilidad y antidogmatismo en la relación con los demás.

— Analizar críticamente las actitudes sociales que no colaboren a la salud o que provoquen deterioro en el medio ambiente.

— Conocer y usar los servicios relacionados con la atención y promoción de la salud en la comunidad.

— Colaborar en proyectos encaminados a la conservación y mejora del medio en el propio centro y en la localidad.

Continúa

Continúa

Actitudes

Primer ciclo

Se adquieren contenidos

ACTITUDES HACIA LA CIENCIA

Se potencian las de su valoración y el reconocimiento de sus limitaciones.

— Valorar las aportaciones de la Ciencia en cuanto pueden mejorar la calidad de vida.

— Ser conscientes de las limitaciones de la Ciencia.

Segundo ciclo

Actitudes hacia la Ciencia

En este ciclo se trata de hacer una valoración más ajustada de la Ciencia al considerar también sus limitaciones, sus posibles peligros y su complejidad.

— Considerar que en el desarrollo y aplicación de los conocimientos científicos influyen a menudo razones de índole extracientífico (económicas, políticas, militares...).

— Valorar, ante cualquier aportación científica, lo que tiene de positivo y sus posibles repercusiones negativas.

— Reconocer la necesidad de la comunidad científica de modificar las teorías existentes ante la imposibilidad de explicar nuevos fenómenos.

— Reconocer que el aumento en la complejidad de los problemas exige una labor colectiva de toda la comunidad científica.

Criterios de evaluación por ciclos

Primer ciclo

1. Utilizar la Teoría Cinética para explicar algunos fenómenos que se dan en la Naturaleza, tales como la disolución, la compresibilidad de los gases, la dilatación y los procesos de propagación del calor.

Se trata de comprobar que el alumnado es capaz de explicar estos fenómenos naturales por el hecho de que la materia es discontinua, que sus partículas están en movimiento y que éste se puede modificar al aportarles energía. No se trata de emplear en las argumentaciones las interacciones entre las partículas, sino quedarse en una aproximación elemental a la Teoría Cinética.

2. Obtener sustancias puras a partir de sus mezclas utilizando procedimientos físicos (destilación, decantación y cristalización) basados en las propiedades características de las sustancias puras, describir algún procedimiento químico que permita descomponer éstas en sus elementos y valorar algunas aplicaciones prácticas de estas técnicas.

Se trata de comprobar que los alumnos y las alumnas saben utilizar técnicas de separación de mezclas entendiendo que estas técnicas son procedimientos físicos basados en las propiedades características de las sustancias puras, como densidad, punto de fusión y de ebullición, y que saben que las sustancias puras están a su vez formadas por uno o más elementos combinados, por lo que se necesitan procedimientos químicos, como la electrólisis o la descomposición térmica, para separarlos. Se trata de valorar también estas técnicas

por su gran aplicación, ya sea en la sanidad, en la industria de perfumería o droguería, en las plantas desalinizadoras, en la minería, etc.

3. Identificar algunos elementos y sustancias puras, muy comunes en el laboratorio y la vida cotidiana por su aspecto o por su comportamiento, e indicar algunas de sus aplicaciones.

Se trata de comprobar que saben identificar sustancias como el azufre, el carbono, el benceno, el cobre, el magnesio, algunas sales, etc., por sus características externas o por la respuesta a distintos comportamientos tales como si conducen la corriente eléctrica o si son aislantes, si se disuelven en agua, en un compuesto orgánico o si no se disuelven, etc. Se trata además de saber si conocen algunas aplicaciones, como la utilización del cobre para los tendidos eléctricos, del azufre para la desinfección de las vides, del carbón en forma de grafito para la fabricación de minas de lápices, etc.

4. Aplicar el conocimiento de la composición universal de la materia para explicar hechos como la existencia de elementos químicos tanto en sustancias inertes como en seres vivos y la diferencia entre elementos y compuestos.

Se trata de comprobar si los alumnos y alumnas han entendido que, ante el problema de cuáles son los componentes de la materia, la teoría atómica da una respuesta coherente, tanto para la materia inerte como para los seres vivos, justificando, desde su constitución, las diferentes formas en que se presenta.

5. Utilizar el conocimiento de las propiedades de la energía (posibilidad de almacenamiento, presencia en toda actividad, transformación) para explicar algunos fenómenos naturales y cotidianos como la existencia de recursos energéticos o la utilización del butano en la vida diaria.

Se trata de comprobar que el alumnado relaciona las cualidades de la energía, capacidad de almacenamiento y de transformación con la existencia de recursos como el carbón y el petróleo y su manifestación en diferentes formas (química, calorífica, eléctrica...), pudiendo pasar de unas a otras, y que es capaz de identificar la necesidad de energía en la realización de actividades y en la aparición de cambios en la Naturaleza.

6. Interpretar algunos fenómenos naturales con apoyo de maquetas o dibujos del Sistema Solar, utilizando la gravitación para justificar la unión entre los elementos que componen el Universo y la atracción de cualquier objeto en la superficie de los astros.

Se trata de comprobar que los alumnos y las alumnas son capaces de justificar algunos fenómenos naturales como los años, los eclipses o las estaciones reproduciendo los movimientos de la Luna y la Tierra sobre un modelo observable. Se evaluará también si comprenden que la fuerza de la gravedad mantiene unido el Universo, que en cualquier planeta que estuviésemos permaneceríamos "pegados" a su superficie por actuar la fuerza de la gravedad siempre hacia adentro.

7. Explicar, a partir del conocimiento de la composición y propiedades del aire y del agua, su importancia para los seres vivos, la existencia de fenómenos atmosféricos y de algunos cambios en el relieve.

Se trata de evaluar si se conoce la composición y algunas propiedades del aire y del agua como su peso y su capacidad de alterar materiales; algunas específicas del agua, como su carácter disolvente o su existencia habitual en los tres estados, permitiendo explicar algunos hechos como su necesidad para respirar, la absorción de sustancias, la presión atmosférica, la formación de nubes, la erosión, etc.

8. Identificar rocas y minerales, con ayuda de claves, mediante la observación y recogida de datos sobre sus propiedades más características, y establecer algunas relaciones con el uso que se hace de ellos.

Se trata de comprobar que el alumnado reconoce las rocas y minerales básicos que conforman el relieve español a partir de la observación de una serie de propiedades como: si son homogéneas o heterogéneas, están formadas por cantos o cristales, reaccionan o no con el ácido clorhídrico, presentan aspecto esquistoso, etc. Asimismo se evalúa en este criterio si sabe identificar minerales de importancia por ser componentes muy frecuentes de rocas o por poseer interés económico a partir de la observación de propiedades como: color, brillo, dureza, densidad, exfoliación...

9. Explicar la semejanza existente en la constitución y en el funcionamiento de los seres vivos teniendo en cuenta la teoría celular y la observación de células vegetales y animales con el microscopio óptico.

Este criterio pretende comprobar si se comprende que los seres vivos están formados por unidades llamadas células y que este hecho explica la existencia de características comunes que los definen. Además, se trata también de conocer si saben manejar el microscopio óptico y son capaces de identificar células animales y vegetales en preparaciones sencillas.

10. Identificar los principales modelos taxonómicos a los que pertenecen ejemplares diversos de animales y plantas, a partir de la observación de las características relevantes con la ayuda de claves, estableciendo algunas relaciones entre la presencia de determinadas estructuras y su adaptación al medio.

Este criterio intenta evaluar si los alumnos y las alumnas saben indicar cuáles son los rasgos relevantes externos e internos que explican la pertenencia de un animal o una planta a un modelo de organización determinado. Además deben conocer algunas de las diversas formas en que los seres vivos realizan sus funciones vitales y que favorecen su adaptación a distintos medios: diversas maneras de captar el alimento, de respirar, de responder ante estímulos o de reproducirse.

11. Identificar algunas iniciativas que se dan en nuestra sociedad encaminadas a promocionar una actitud de valoración y respeto hacia todos los seres vivos.

Con este criterio se pretende conocer si el alumnado comprende el sentido de valoración y protección de los seres vivos que tienen ciertas recomendaciones o leyes que se dan en nuestra sociedad como: la creación de parques naturales, las leyes de veda de caza y pesca, la prohibición de pescar peces pequeños o de cortar especies vegetales protegidas.

12. Diseñar y realizar experiencias sencillas para determinar el efecto de un factor abiótico (luz, humedad, temperatura, tipo de suelo) en seres vivos de fácil manejo, manteniendo algunas variables controladas.

Con este criterio se pretende comprobar si el alumnado, a través del planteamiento de problemas sencillos de interacciones entre factores abióticos y seres vivos, va adquiriendo una concepción dinámica de la Naturaleza y es capaz de emitir conjeturas, diseñar experiencias para tratar de comprobarlas, recoger datos y clasificarlos, elaborar conclusiones sencillas que se deriven de ellos y exponerlas de manera clara.

13. Describir la morfología y la posición de los principales aparatos y órganos humanos implicados en la realización de las funciones vitales, estableciendo algunas relaciones fundamentales entre éstas y algunos hábitos de higiene y salud.

Se trata de comprobar si los alumnos y alumnas conocen la forma y la posición de los principales aparatos humanos sabiendo de las funciones sólo aspectos de tipo general como: objetivo fundamental que cumple cada uno de los aparatos, diferencias entre un proceso mecánico y uno químico en la digestión, por qué se necesita un corazón...

Por último, debe comprobarse si saben establecer relaciones entre algunas funciones y hábitos de salud e higiene como la necesidad de masticar el alimento despacio para facilitar la digestión o la conveniencia de beber agua abundante.

14. Reconocer en la Naturaleza indicadores que supongan cambios en los seres vivos y huellas de procesos de erosión, transporte y sedimentación en el relieve producidos por diferentes agentes geológicos externos.

Se trata de evaluar si han adquirido una concepción dinámica de la Naturaleza y si saben identificar algunas señales de la existencia de erosión en los materiales o en los edificios, traslado de unos lugares a otros, cambios en los cursos de los ríos, modificaciones estacionales en animales y plantas, etc.

15. Identificar costes y beneficios de algunas modificaciones que los seres humanos hacen en la Naturaleza, justificando algunos principios de actuación para su defensa.

Con este criterio se trata de evaluar si saben identificar diversos usos que los seres humanos hacen de los vegetales, animales, rocas,

suelo, agua, como la obtención de madera y papel, alimentos, pieles, en la construcción, en la industria, etc. Además pretende conocer si saben recoger directamente o con bibliografía datos positivos y negativos de esta utilización y justificar un listado de actuaciones que promuevan un uso racional de los recursos.

16. Tomar datos espacio-tiempo de algunos movimientos a partir de rastros, fotografías de exposición múltiple y de experiencias realizadas o dadas, ordenarlos en tablas y gráficas y extraer consecuencias cualitativas.

Este criterio intenta comprobar que el alumnado sabe recoger datos de un movimiento y tabularlos, de manera que se puedan sacar conclusiones cualitativas de él o de cualquier otro, teniendo en cuenta el carácter aproximado de la medida, tales como si el móvil lleva movimiento uniforme o variado, si se acelera o se frena, si está parado, si va hacia un lado o hacia otro, etc.

17. Diseñar y montar circuitos eléctricos con pilas, resistencias e interruptores, que den respuesta a un problema sencillo, sabiendo representar dichos circuitos con símbolos y respetando las normas de seguridad.

Este criterio pretende comprobar que los alumnos y las alumnas entienden la necesidad de que los circuitos sean cerrados, que son capaces de diseñar y hacer montajes con pilas, resistencias eléctricas e interruptores, actuando con las precauciones derivadas del conocimiento de las normas de seguridad.

18. Explicar fenómenos naturales referidos a la transmisión de la luz y del sonido y reproducir alguno de ellos teniendo en cuenta las leyes de su transmisión y las condiciones que se requieren para su percepción.

Este criterio intenta evaluar si el alumnado puede aplicar los conocimientos del comportamiento de la luz y el sonido para explicar fenómenos naturales como las fases de la Luna, las imágenes que se forman en los vidrios y en el agua, el eco, la reverberación, etc., y de reproducir alguno de ellos.

19. Enumerar algunos problemas a los que la Ciencia ha dado soluciones y que han repercutido en la mejora de la

calidad de vida, y otros a los cuales no ha podido dar respuesta.

Se trata de constatar si se ha producido, a lo largo del proceso de enseñanza y aprendizaje, una valoración de la Ciencia como actividad humana que trata de solucionar problemas presentes en la sociedad que afectan a la calidad de vida, y a la vez una desmitificación de la Ciencia la cual, también, como toda actividad humana, tiene errores y limitaciones.

Segundo ciclo

1. Utilizar la Teoría Cinética en la interpretación cualitativa de la presión y la temperatura, que permite comprender el comportamiento de los gases, la existencia de la materia en distintos estados de agregación y diferenciar la temperatura del calor.

Se trata de comprobar que el alumnado es capaz de explicar, como consecuencia de la concepción de presión y de temperatura derivada de la Teoría Cinética, fenómenos como las grandes presiones que se originan en las máquinas térmicas, las diferencias de presiones entre las partes altas y bajas de la atmósfera, y si es capaz de diferenciar los conceptos de temperatura y calor.

2. Utilizar algunos modelos de la teoría atómica para explicar el comportamiento eléctrico de la materia, la conservación de la masa en toda reacción química y la formación de algunas sustancias a partir de otras.

Este criterio intenta comprobar si los alumnos interpretan, desde la teoría atómica, las posibilidades que tiene la Humanidad de crear nuevos materiales como los plásticos, los medicamentos, etc., y valorar su importancia para mejorar la calidad de vida, sin pretender que conozcan cómo son tales reacciones. Asimismo se trata de comprender los fenómenos eléctricos como consecuencia de la propia constitución de la materia.

3. Enumerar ejemplos de utilización de modelos en el estudio de algunos conceptos abstractos de la Ciencia

haciendo una valoración del papel que desempeñan y de su provisionalidad.

Se pretende con este criterio que se valore en el estudio de la Ciencia la existencia de modelos como el de los gases perfectos, los modelos atómicos, etc., que permiten formarse un imagen de ellos, posibilitando la obtención de leyes y la predicción de fenómenos. Asimismo se pretende saber si tienen en cuenta que los modelos son simplemente una interpretación de la realidad, que son útiles mientras justifican los fenómenos observados y que pueden ser sustituidos por otros cuando dejen de hacerlo.

4. Aplicar el "Principio de conservación de la energía" al análisis de algunas transformaciones y evaluar los costes y beneficios del empleo de distintas fuentes de energía.

Se trata de comprobar que el alumnado tiene presente, en todo proceso de transferencia de energía, que no se puede disponer de más cantidad que la aportada y que es capaz de realizar algunos balances energéticos sencillos. Además se trataría de evaluar el empleo de un tipo de energía u otro por su mayor o menor rendimiento y por los costes ambientales que conlleva.

5. Establecer diferencias entre seres unicelulares y pluricelulares, enumerando además algunos hechos de la vida cotidiana que ponen de manifiesto la existencia de otros seres como las bacterias y los virus.

Este criterio pretende evaluar si el alumnado ha comprendido que el aumento de células lleva consigo una especialización de funciones, con el objetivo de lograr una mayor eficacia global. Además se trataría de saber si es capaz de relacionar la existencia de bacterias y virus con la causa de enfermedades como la tuberculosis, la gripe o el sida, o como responsables de procesos de gran utilidad para la Humanidad, como la descomposición de la materia viva o su acción en la industria.

6. Diseñar y realizar experiencias con plantas y animales de fácil manejo para determinar la incidencia de algunas variables que intervienen en los procesos de la fotosíntesis y la respiración, aportando datos que demuestren la gran importancia de ambos procesos para la vida.

El objetivo del criterio es confirmar que los alumnos conocen algunos aspectos de la respiración y la fotosíntesis a través de la investigación de la incidencia de algunas variables como la luz, el oxígeno, la clorofila, el alimento... No es necesario que conozcan los procesos químicos ni que determinen las diferentes fases en las que se producen. Deben saber, además, enumerar las ventajas que aportan las plantas verdes al resto de los seres vivos y la gran importancia del proceso de la respiración como procedimiento para la obtención de energía.

7. Explicar los procesos fundamentales que ocurren en los alimentos, desde su ingestión hasta su llegada y aprovechamiento en las células, y justificar, a partir de ellos, unos hábitos alimentarios y de higiene saludables, independientes de prácticas consumistas inadecuadas.

Con este criterio se evaluará si conocen de manera general las funciones de cada uno de los aparatos (digestivo, respiratorio, circulatorio, excretor) y la relación existente entre ellos, tratando de explicar las razones por las cuales conviene adoptar unos hábitos alimentarios y de higiene individual y colectiva para disfrutar de un estado saludable y prevenir algunas alteraciones como la anemia, la obesidad, la arteriosclerosis y la diabetes. Además, es importante comprobar que han desarrollado una actitud crítica ante algunos hábitos consumistas poco saludables.

8. Explicar la función coordinadora y equilibradora del sistema nervioso ante la presencia de distintos estímulos, señalar algunos factores sociales que alteran su funcionamiento y repercuten en la salud y valorar en consecuencia la importancia de adoptar un estilo de vida sano.

Este criterio pretende comprobar que los alumnos y alumnas han llegado a conocer de manera general cuál es el esquema de funcionamiento del sistema nervioso, siendo capaces, además, de aplicar dicho esquema a casos sencillos como la explicación de actos reflejos y a algún caso algo más complejo como la respuesta ante un exceso de frío. Deben conocer también algunos factores que alteran dicho sistema como las drogas, el exceso de trabajo, el paro, el ruido, la competitividad, la falta de diálogo... Por último, deben valorar la importancia de desarrollar un estilo de vida saludable y propio independiente de modas sociales poco adecuadas.

9. Establecer diferencias entre sexualidad y reproducción en las personas y aplicar los conocimientos sobre el funcionamiento de los aparatos reproductores a la comprensión del fundamento de algunos métodos de facilitación de la procreación y de control de la natalidad, así como a la necesidad de adoptar medidas de higiene y salud en las actividades sexuales.

A través de este criterio se intenta comprobar si saben distinguir el proceso de reproducción como un mecanismo de perpetuación de la especie, de la sexualidad entendida como una opción de comunicación afectiva y personal. Deben conocer, además, los rasgos generales del funcionamiento de los aparatos reproductores y explicar a partir de ellos las bases de algunos métodos de control de la reproducción o de algunas soluciones a problemas de procreación. Por último, deben saber explicar la necesidad de tomar medidas de higiene sexual individual y colectiva para evitar enfermedades como el sida, la sífilis o la gonorrea.

10. Caracterizar un ecosistema a través de la identificación de sus componentes abióticos y bióticos y de algunas de sus interacciones.

Se trata de comprobar que comprenden el concepto de ecosistema a través del estudio de ecosistemas concretos, sabiendo determinar algunos rasgos abióticos (luz, humedad, temperatura, pH, rocas, topografía) y bióticos (animales y plantas más abundantes), y que son capaces de establecer algunos tipos de interacciones como las relaciones alimenticias y las adaptativas.

11. Identificar alteraciones en las rocas y otros fenómenos en la Naturaleza debidos a la acción de agentes geológicos internos, explicando, a la luz de los conocimientos actuales, algunas causas que pueden haberlos provocado y señalar algunas normas que deben tenerse en cuenta para prevenirlos o atenuarlos.

Este criterio pretende comprobar si reconocen en el campo, en diapositivas o a través de noticias, algunas manifestaciones de la dinámica interna como la presencia de pliegues y fallas o de fenómenos sísmicos o volcánicos, tratando de explicarlos teniendo en cuenta la configuración de la superficie terrestre en placas y su dinámica. Por otra parte, deben conocer algunas normas internacionales como

las que regulan los asentamientos de poblaciones y la construcción de obras públicas para disminuir el efecto de las catástrofes.

12. Determinar, con ayuda de indicadores o datos bibliográficos, la existencia de fenómenos de contaminación, desertización, disminución del ozono, agotamiento de recursos y extinción de especies, indicando y justificando algunas alternativas para promover un uso más racional de la Naturaleza.

Se trata de evaluar si el alumnado sabe identificar algunas alteraciones concretas muy comunes producidas por los seres humanos en la Naturaleza, mediante la utilización de técnicas sencillas (indicadores biológicos para la contaminación, pruebas químicas simples) o bien recogiendo datos en publicaciones para determinar el avance de la desertización del país, el problema de la lluvia ácida o del efecto invernadero, la disminución de los acuíferos, los excesos de caza y pesca, etc. Por último, deben saber explicar las causas de una serie de pautas de actuación, individuales y colectivas, para salir al paso de algunos de estos problemas.

13. Indicar algunos datos sobre los que se apoya la concepción de que la Tierra ha sufrido grandes cambios a lo largo del tiempo que han afectado al relieve, al clima, a la distribución de continentes y océanos y a los seres vivos.

Este criterio evalúa si han adquirido una concepción global de tipo dinámico que afecta a toda la Naturaleza. Deben conocer algunos ejemplos de cómo era la Naturaleza en algunas épocas pasadas, indicando la presencia de seres distintos a los actuales, de distribuciones diferentes de mares y tierras, de climas distintos, etc., siendo conscientes de que el problema de los cambios en la Tierra ha sido objeto de explicaciones diversas a través de la historia de la Ciencia.

14. Describir características de tipo cualitativo de un movimiento a partir de gráficas espacio-tiempo y velocidad-tiempo, llegando a calcular las ecuaciones del movimiento uniforme y, en casos sencillos, el valor de la aceleración.

Se trata de comprobar que el alumno es capaz de describir un movimiento a partir de sus gráficas, de calcular, en el caso del movimiento rectilíneo uniforme, cualquier magnitud conocidas las otras, y

si es rectilíneo uniformemente acelerado, el valor de la aceleración, pero no se pretende manejar las ecuaciones de este movimiento.

15. Aplicar el conocimiento de las fuerzas y algunas de sus leyes a la interpretación de situaciones sencillas de la vida cotidiana donde éstas intervienen y de algunas aplicaciones prácticas que mejoran el aprovechamiento de la Naturaleza.

Este criterio pretende comprobar que el alumnado sabe identificar el tipo de fuerzas que actúa en situaciones cotidianas, como las gravitatorias, eléctricas, elásticas o las ejercidas por los fluidos, explicar su efecto sobre los cuerpos cuando éste sea sencillo, y comprobar las posibilidades del ser humano para modificar la Naturaleza según su conveniencia. De esta manera se podrían explicar aplicaciones como la amplificación de las fuerzas con las máquinas, la modificación del rozamiento en función de su aplicación y la utilización de las características especiales de los fluidos para la creación de mecanismos tecnológicos útiles a nuestra sociedad, como el barómetro, los barcos, etc.

16. Utilizar la ley de la gravitación universal para calcular el peso de los cuerpos y justificar sus variaciones con la altura.

Se trata de comprobar que el alumno es capaz de aplicar la ley de la gravitación al cálculo del peso de los cuerpos, que son fuerzas que actúan a distancia y que por depender su intensidad de la distancia, los cuerpos pueden pesar distinto según el lugar en que se encuentren.

17. Diseñar y montar circuitos, respetando las normas de seguridad, en los que se puedan comprobar los efectos electromagnéticos, y otros circuitos de corriente continua en los que se puedan llevar a cabo mediciones de la intensidad de corriente y la diferencia de potencial, indicando las cantidades de acuerdo con la precisión del aparato utilizado.

Este criterio pretende comprobar que los alumnos y las alumnas son capaces de hacer electroimanes, producir desviaciones en la dirección de una aguja magnética, de producir corrientes metiendo y sacando un imán en una bobina, etc.; de diseñar y hacer montajes

en corriente continua en los que se utilicen correctamente aparatos de medida como amperímetros y voltímetros, sabiendo dar la cantidad con el número de cifras adecuado.

18. Determinar en un texto, una película u otras informaciones algunos rasgos del trabajo científico como el carácter de empresa colectiva en continua revisión y la existencia de razones de índole política, social o religiosa que han condicionado, a veces, su desarrollo y aplicación.

Este criterio pretende comprobar si han adquirido una imagen del trabajo científico como un proceso siempre en continua construcción y nunca acabado, que se apoya en los trabajos de muchas personas, que tiene los condicionamientos de cualquier actividad humana y que por ello puede verse afectada por las variables de distinto tipo características del momento histórico en el que se desarrolla.

Primer ciclo

1. Utilizar la Teoría Cinética para explicar algunos fenómenos que se dan en la Naturaleza, tales como la disolución, la compresibilidad de los gases, la dilatación y los procesos de propagación del calor.

2. Obtener sustancias puras a partir de sus mezclas utilizando procedimientos físicos (destilación, decantación y cristalización) basados en las propiedades características de las sustancias puras, describir algún procedimiento químico que permita descomponer éstas en sus elementos y valorar algunas aplicaciones prácticas de estas técnicas.

3. Identificar algunos elementos y sustancias puras, muy comunes en el laboratorio y la vida cotidiana, por su aspecto o por su comportamiento e indicar algunas de sus aplicaciones.

4. Aplicar el conocimiento de la composición universal de la materia para explicar hechos como la existencia de elementos químicos, tanto en sustancias inertes como en seres vivos, y la diferencia entre elementos y compuestos.

Segundo ciclo

1. Utilizar la Teoría Cinética en la interpretación cualitativa de la presión y la temperatura, que permite comprender el comportamiento de los gases, la existencia de la materia en distintos estados de agregación y diferenciar la temperatura del calor.

2. Utilizar algunos modelos de la teoría atómica para explicar el comportamiento eléctrico de la materia, la conservación de la masa en toda reacción química y la formación de algunas sustancias a partir de otras.

Continúa

Continúa

Primer ciclo

5. Utilizar el conocimiento de las propiedades de la energía (posibilidad de almacenamiento, presencia en toda actividad, transformación) para explicar algunos fenómenos naturales y cotidianos como la existencia de recursos energéticos o la utilización del butano en la vida diaria.

6. Interpretar algunos fenómenos naturales con apoyo de maquetas o dibujos del Sistema Solar, utilizando la gravitación para justificar la unión entre los elementos que componen el Universo y la atracción de cualquier objeto en la superficie de los astros.

7. Explicar, a partir del conocimiento de la composición y propiedades del aire y del agua, su importancia para los seres vivos, la existencia de fenómenos atmosféricos y de algunos cambios en el relieve.

8. Identificar rocas y minerales, con ayuda de claves, mediante la observación y recogida de datos sobre sus propiedades más características, y establecer algunas relaciones con el uso que se hace de ellos.

Segundo ciclo

3. Enumerar ejemplos de utilización de modelos en el estudio de algunos conceptos abstractos de la Ciencia haciendo una valoración del papel que desempeñan y de su provisionalidad.

4. Aplicar el "Principio de conservación de la energía" al análisis de algunas transformaciones y evaluar los costes y beneficios del empleo de distintas fuentes de energía.

16. Utilizar la ley de la gravitación universal para calcular el peso de los cuerpos y justificar sus variaciones con la altura.

Continúa

Continúa

Primer ciclo

9. Explicar la semejanza existente en la constitución y en el funcionamiento de los seres vivos teniendo en cuenta la teoría celular y la observación de células vegetales y animales con el microscopio óptico.

10. Identificar los principales modelos taxonómicos a los que pertenecen *ejemplares diversos de* animales y plantas, a partir de la observación de las características relevantes con la ayuda de claves, estableciendo algunas relaciones entre la presencia de determinadas estructuras y su adaptación al medio.

11. Identificar algunas iniciativas que se dan en nuestra sociedad encaminadas a promocionar una actitud de valoración y respeto hacia todos los seres vivos.

12. Diseñar y realizar experiencias sencillas para determinar el efecto de un factor abiótico (luz, humedad, temperatura, tipo de suelo) en seres vivos de fácil manejo, manteniendo algunas variables controladas.

12. ...

Segundo ciclo

5. Establecer diferencias entre seres unicelulares y pluricelulares, enumerando además algunos hechos de la vida cotidiana que ponen de manifiesto la existencia de otros seres como las bacterias y los virus.

6. Diseñar y realizar experiencias con plantas y animales de fácil manejo para determinar la incidencia de algunas variables que intervienen en los procesos de la fotosíntesis y la respiración, aportando datos que demuestren la gran importancia de ambos procesos para la vida.

10. Caracterizar un ecosistema a través de la identificación de sus componentes abióticos y bióticos y de algunas de sus interacciones.

Continúa

Primer ciclo

13. Describir la morfología y la posición de los principales aparatos y órganos humanos implicados en la realización de las funciones vitales, estableciendo algunas relaciones fundamentales entre éstas y algunos hábitos de higiene y salud.

13. ...

13. ...

14. Reconocer en la Naturaleza indicadores que supongan cambios en los seres vivos y huellas de procesos de erosión, transporte y sedimentación en el relieve producidos por diferentes agentes geológicos externos.

Segundo ciclo

7. Explicar los procesos fundamentales que ocurren en los alimentos, desde su ingestión hasta su llegada y aprovechamiento en las células, y justificar, a partir de ellos, unos hábitos alimentarios y de higiene saludables, independientes de prácticas consumistas inadecuadas.

8. Explicar la función coordinadora y equilibradora del sistema nervioso ante la presencia de distintos estímulos, señalar algunos factores sociales que alteran su funcionamiento y repercuten en la salud y valorar, en consecuencia, la importancia de adoptar una estilo de vida sano.

9. Establecer diferencias entre sexualidad y reproducción en las personas y aplicar los conocimientos sobre el funcionamiento de los aparatos reproductores a la comprensión del fundamento de algunos métodos de facilitación de la procreación y de control de la natalidad, así como a la necesidad de adoptar medidas de higiene y salud en las actividades sexuales.

Continúa

Continúa

Primer ciclo

15. Identificar costes y beneficios de algunas modificaciones que los seres humanos hacen en la Naturaleza, justificando algunos principios de actuación para su defensa.

16. Tomar datos espacio-tiempo de algunos movimientos a partir de rastros, fotografías de exposición múltiple y de experiencias realizadas o dadas, ordenarlos en tablas y gráficas y extraer consecuencias cualitativas.

Segundo ciclo

11. Identificar alteraciones en las rocas y otros fenómenos en la Naturaleza debidos a la acción de agentes geológicos internos, explicando, a la luz de los conocimientos actuales, algunas causas que pueden haberlos provocado y señalar algunas normas que deben tenerse en cuenta para prevenirlos o atenuarlos.

12. Determinar, con ayuda de indicadores o datos bibliográficos, la existencia de fenómenos de contaminación, desertización, disminución del ozono, agotamiento de recursos y extinción de especies, indicando y justificando algunas alternativas para promover un uso más racional de la Naturaleza.

13. Indicar algunos datos sobre los *que se apoya la concepción de* que la Tierra ha sufrido grandes cambios a lo largo del tiempo que han afectado al relieve, al clima, a la distribución de continentes y océanos y a los seres vivos.

14. Describir características de tipo cualitativo de un movimiento a partir de gráficas espacio-tiempo y velocidad-tiempo, llegando a calcular las ecuaciones del movimiento uniforme y, en casos sencillos, el valor de la aceleración.

Continúa

Primer ciclo

17. Diseñar y montar circuitos eléctricos con pilas, resistencias e interruptores, que den respuesta a un problema sencillo, sabiendo representar dichos circuitos con símbolos y respetando las normas de seguridad.

18. Explicar fenómenos naturales referidos a la transmisión de la luz y del sonido y reproducir alguno de ellos teniendo en cuenta las leyes de su transmisión y las condiciones que se requieren para su percepción.

19. Enumerar algunos problemas a los que la Ciencia ha dado soluciones y que han repercutido en la mejora de la calidad de vida, y otros a los cuales no ha podido dar respuesta.

Segundo ciclo

15. Aplicar el conocimiento de las fuerzas y algunas de sus leyes a la interpretación de situaciones sencillas de la vida cotidiana donde éstas intervienen, y de algunas aplicaciones prácticas que mejoran el aprovechamiento de la Naturaleza.

17. Diseñar y montar circuitos, respetando las normas de seguridad, en los que se puedan comprobar los efectos electromagnéticos, y otros circuitos de corriente continua en los que se puedan llevar a cabo mediciones de la intensidad de corriente y la diferencia de potencial, indicando las cantidades de acuerdo con la precisión del aparato utilizado.

18. Determinar en un texto, una película u otras informaciones algunos rasgos del trabajo científico como el carácter de empresa colectiva en continua revisión y la existencia de razones de índole política, social o religiosa que han condicionado, a veces, su desarrollo y aplicación.

Ciencias de la Naturaleza

Orientaciones Didácticas

Con las Orientaciones didácticas se pretende ayudar a la interpretación del espíritu que subyace en la propuesta del decreto de currículo y que se hace explícito en su introducción. Estas orientaciones, junto al resto de los materiales de carácter orientativo, pueden facilitar la organización y planificación en los centros de los distintos Proyectos curriculares y las Programaciones de aula.

Las orientaciones se estructuran en tres apartados. Unas Orientaciones Generales en las que analizan aspectos generales de los contenidos como es su selección, su organización o su presentación en distintos tipos. También se abordan en este primer apartado de las Orientaciones Generales los papeles del profesorado y del alumnado de acuerdo con la filosofía de la Reforma, distintos recursos que pueden utilizarse y, por último, algunas sugerencias para la atención a la diversidad. En el segundo apartado de las Orientaciones Específicas se reflexiona sobre los contenidos del decreto de currículo, indicando datos sobre cuáles son las preconcepciones más habituales que se encontrarán o las ideas más relevantes que pueden servir como organizadoras. Por último, en el tercer apartado se analiza el concepto de evaluación y se dan orientaciones para ayudar a llevarla a cabo.

Índice

Páginas

Orientaciones generales

Respecto a los contenidos

Criterios de selección

En cuanto al **enfoque** que conviene dar a los contenidos habría que tener en cuenta los dos criterios fundamentales que se consideraron en su selección en el decreto de currículo de Ciencias de la Naturaleza. En primer lugar, proporcionar una **aproximación al conocimiento científico** de los fenómenos naturales y al de aquellas **características metodológicas** que se admiten como generales en un trabajo de orientación científica. En segundo lugar, responder a un enfoque predominantemente **funcional**, poniendo de manifiesto las relaciones entre Ciencia y Sociedad y entre Ciencia y Tecnología e intentando que los alumnos tomen conciencia de las relaciones entre los conocimientos científicos y la resolución de ciertos problemas que se han planteado y se siguen planteando a los seres humanos.

Organizadores de los contenidos

Con el fin de ayudar a desarrollar en el alumnado un marco conceptual que le permita comprender y explicar los principales aspectos de los fenómenos naturales, se propone organizar los contenidos en torno a unas **ideas claves**, estructurantes y que pueden ser abordadas fácilmente a partir del entorno. Las ideas claves seleccionadas son las siguientes:

— En la Naturaleza hay materia e interacciones. Estas últimas son las causantes de los cambios en las propiedades de la

materia y todo cambio está asociado a una transformación energética.

— La materia presenta gran diversidad respecto a sus propiedades y a la forma de agrupación de sus componentes.

— La materia tiene una composición universal, es discontinua y las unidades que la componen se encuentran en continuo movimiento.

— En la Naturaleza hay seres vivos y materia inerte. Los seres vivos son sistemas organizados que tienen unidad de estructura y de función.

— *En la Naturaleza se producen interacciones entre seres vivos*, entre materia inerte y seres vivos y entre los componentes de la materia inerte.

— La Humanidad es un agente de cambio en la Naturaleza y puede contribuir activamente a su conservación y mantenimiento.

— El hombre y la mujer son seres vivos que pueden colaborar activamente en el mantenimiento de su propia salud.

— Entre las unidades de materia se establecen interacciones de naturaleza gravitatoria y electromagnética.

Estas ideas claves giran alrededor de cuatro **conceptos fundamentales: materia, energía, cambio e interacción**. Son estos conceptos los que van a facilitar el establecimiento de interrelaciones entre los diferentes contenidos seleccionados.

Los bloques de contenido, una forma de agrupación

Los bloques que se presentan son agrupaciones de contenidos que pretenden aportar al profesor la información relativa a lo que se debería trabajar durante la etapa. Se señalan en ellos los contenidos que se consideran más adecuados para desarrollar las capacidades indicadas en los objetivos generales del área.

Estas agrupaciones **no constituyen un temario**. No son unidades compartimentadas que tengan sentido en sí mismas. Su estructura responde a lo que se pretende que el profesorado tenga en cuenta a la hora de elaborar los Proyectos curriculares y las Programaciones. El equipo docente de un centro decidirá cómo distribuirlos en

los ciclos, secuenciándolos, y cada profesor elegirá posteriormente los contenidos que va a desarrollar en su programación. El profesor **atravesará los bloques** eligiendo de cada uno de ellos los contenidos de cada tipo que considere más adecuados para la unidad didáctica que en ese momento vaya a desarrollar. Es importante tener en cuenta que, por tanto, el **orden de presentación de los bloques no supone una secuencia**.

Tipos de contenidos

En cada bloque temático aparecen contenidos clasificados en tres tipos: *a*) conceptuales, *b*) procedimentales, *c*) actitudinales, para así facilitar la comprensión y destacar su importancia. Con esta clasificación se trata de recalcar la idea de que los procedimientos y las actitudes son unos contenidos más que deben trabajarse, sin que pueda presuponerse que su aprendizaje se realiza de manera implícita al estudiar los contenidos conceptuales. Además, al hacer estos tipos de contenidos explícitos, se facilita una mayor reflexión sobre la manera de abordarlos y realizar el seguimiento de su aprendizaje, consiguiendo así que muchos de ellos salgan de su consideración de "currículo oculto".

Los tres tipos diferentes de contenidos en cada bloque deben **impartirse conjuntamente**. Se trata de enseñar conceptos de Ciencias por medio de procedimientos adecuados y de adquirir, a la vez, determinados valores, actitudes y normas. No es aconsejable que los alumnos aprendan procedimientos aislados o que adquieran normas descontextualizadas.

Secuencia y organización de los contenidos

Al plantearse el currículo abierto, es competencia de los centros la secuencia y organización de los contenidos de acuerdo con las características del alumnado; se debe, no obstante, **indicar los criterios que llevaron a esas decisiones**. Para orientarse en esa tarea, el profesorado puede consultar, entre otros materiales, las *Propuestas de Secuencia* —elaboradas por expertos y que actualmente están en proceso de publicación— por Escuela Española en coedición con el Ministerio de Educación y Ciencia, o en la que propone como posible Secuencia el propio Ministerio en la Resolución de la Secretaría de Estado de Educación, por la que se regula la elaboración de Proyectos curriculares para la Educación Secundaria

Obligatoria, y que se adjunta en este volumen (véase *Secuencia por ciclos*). A continuación se sugieren algunos criterios que pueden tenerse en cuenta para la secuencia de los contenidos:

- La gradual maduración psicológica de los alumnos, lo que lleva a un planteamiento de **conceptos más concretos al principio y más abstractos al final de la etapa**.
- El tratamiento de las **ideas más generales al principio**, aplicándolas a problemas sencillos con poco grado de abstracción, y trabajando de esta manera por un tiempo dilatado antes de pasar hacia conocimientos más específicos. Los temas más importantes pueden trabajarse **cíclicamente** de esta manera.
- La propia **lógica de la disciplina**.

Como ejemplo de este planteamiento podría citarse el siguiente enfoque en el estudio de los *movimientos*. En vez de empezar por el estudio de movimientos específicos, movimiento rectilíneo uniforme, uniformemente acelerado o circular, convendría empezar trabajando el movimiento de manera general destacando los conceptos de uniforme y variado, pero sin entrar a especificar más; dedicar bastante tiempo a trabajar en la aplicación de estos conocimientos en gran número de situaciones sencillas y con poco grado de abstracción, reconociendo estos conceptos en la vida cotidiana, sabiendo tomar sus datos experimentalmente y representarlos gráficamente, interpretando cualitativamente los resultados de las gráficas, etc. Sólo cuando estos conceptos estén bien dominados y estructurados, quizás al curso siguiente o después, convendría volverlos a retomar estudiando los movimientos particulares y su cuantificación y así relacionarlos con los conceptos anteriormente adquiridos. Con esto se trata de evitar que la formalización temprana aborte las ideas adquiridas, quedando el aprendizaje en una mera aplicación de fórmulas y reglas.

Relación entre las disciplinas del área a lo largo de la etapa

En la elaboración de los Proyectos curriculares se deberá decidir cuál es el grado de coordinación entre las disciplinas que conforman el área, de acuerdo con los alumnos a los que van dirigidos y las exigencias propias de la lógica de la Ciencia y las características del profesorado.

Pueden preferirse opciones más coordinadas entre las diferentes disciplinas del área, o bien más basadas en enfoques disciplinares. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la etapa 12-16 presenta dos ciclos de diferentes características por la edad y el nivel evolutivo de los alumnos. Esto hace necesario reflexionar sobre la conveniencia de diferenciar ambos ciclos, pudiéndose plantear un **enfoque más coordinado al principio y más disciplinar al final de la etapa**.

Conexión con otros bloques y con otras áreas

Los contenidos de los diferentes bloques habrá que relacionarlos al establecer su secuencia en los Proyectos curriculares. Además, se tendrán que realizar múltiples conexiones entre ellos a través de la programación de unidades didácticas.

Los bloques de Ciencias de la Naturaleza también están relacionados con los de otras áreas. Estas conexiones serán, en algunos casos, de tipo instrumental, como ocurre con las matemáticas en relación con el manejo de gráficos, ecuaciones, proporciones, etc.

En otros casos, las conexiones son debidas a que el objeto de estudio es común, aunque se aborde con propósitos diferentes; esto ocurre, sobre todo, con el área de Geografía, Historia y Ciencias Sociales en temas como el Universo, el agua, etc.

En el caso de la Tecnología la conexión surge por plantearse en ella aplicaciones prácticas del conocimiento científico en temas como la energía, las fuerzas, los materiales, etc. El desarrollo de habilidades comunes con Tecnología, y también con Educación Plástica y Visual, permite plantear proyectos como construcción de aparatos, maquetas u otros, conjuntamente.

Con la Lengua, al igual que en todas las demás áreas, se relaciona como vehículo de expresión. Habrá que controlar desde las Ciencias que el lenguaje y la expresión empleados por los alumnos sean correctos y con el nivel de rigurosidad adecuado.

Temas transversales

Los temas que atraviesan las distintas áreas, como la educación medioambiental, la educación sexual y para la salud, la educación del consumidor y vial, la educación para la paz, la moral y cívica y

la igualdad entre los sexos, reclaman una coordinación entre todas ellas, de manera que, recogiendo cada área un aspecto diferente del tema, se complementen entre todas. En Ciencias de la Naturaleza tienen un peso superior que en otras áreas la educación medioambiental, la educación sexual y para la salud, así como la educación del consumidor y la vial. El estudio del cuerpo humano y de las interacciones del ser humano con el medio ambiente lo propician en gran manera. La conexión de estos temas con Educación Física y Ciencias Sociales, Geografía e Historia es especialmente relevante. También, desde el área se desarrollan actitudes que, siendo propias de la Ciencia, como son: el no hacer generalizaciones sin disponer de datos suficientes, el argumentar basándose en datos y no en opiniones, el someter a análisis crítico las noticias, el ser honesto en la presentación de las conclusiones de los trabajos etc., trascienden los límites de la propia Ciencia. El no hacer juicios precipitados de los demás, el ser rigurosos en sus apreciaciones no dejándose llevar por las primeras impresiones, el ser honesto en sus planteamientos y tolerante con las distintas opiniones respetando a los demás, ayudan al alumnado en su convivencia y al desarrollo de su formación ética y para la paz. La igualdad entre los sexos debe propiciarse por igual desde todas las áreas. Para ello es preciso que seamos conscientes de que, debido a la tradición, podemos incurrir en tratamientos discriminativos aun inconscientemente, como se ha podido detectar en investigaciones en didáctica de las Ciencias hechas a este respecto.

Debe tenerse en cuenta que para cada tema transversal se aporta, en estos Materiales para la Reforma, una documentación específica en la que se trata sobre el sentido del tema, cómo está recogido en el currículo, y se sugieren orientaciones didácticas específicas, así como una guía con bibliografía y recursos.

Atención a la diversidad

Uno de los retos fundamentales que la Educación Secundaria Obligatoria plantea al profesorado cabe formularlo así: cómo dar respuesta desde la comprensividad a las necesidades educativas de **todo** el alumnado.

Esta respuesta surge de dos fuentes distintas: por un lado, desde las disposiciones oficiales, y por otro, desde la práctica docente.

Desde las disposiciones oficiales

La atención a la diversidad *desde las disposiciones oficiales* se aborda por la consideración de ser **en el cuarto curso una materia optativa** que puede ser elegida por aquellos que tengan especial interés.

También se ofertan para el cuarto curso, **en el espacio de opcionalidad**, materias científicas optativas más acotadas que permiten ampliar el abanico de las ofertas científicas, tanto para el alumnado que no habiendo elegido el área completa prefiere cursar aspectos más reducidos de las disciplinas de acuerdo con sus gustos, como para los que la han elegido y pretendan también abordar nuevos aspectos relacionados con ellas. Con el fin de orientar en la forma de trabajar estas materias se facilitan a todos los centros *ejemplificaciones* de un número importante de ellas y que respondan a una situación temática equilibrada respecto a las distintas áreas.

Desde la práctica docente

La atención a la diversidad *como una característica de la práctica docente* ordinaria implica ser coherente con uno de los principios metodológicos del currículo que se formula así:

> *"La diversidad y la atención individual a los alumnos deben tenerse en cuenta a la hora de desarrollar el currículo en el aula. La diversidad de motivaciones, intereses, capacidades y de formas de acceder a los conocimientos, debe llevar a los profesores a determinar aquellas metodologías que den respuesta adecuada a cada situación."*

Se trata de entender la actividad docente como un proceso en el que es preciso **ofrecer respuestas diferenciadas** en función de la diversidad del alumnado. El problema concierne sobre todo a la capacidad de **ajustar la actuación del profesor** a las características de los alumnos, sin renunciar a los objetivos previstos (en la etapa, ciclo o curso).

Para lograr este "ajuste" es preciso planificar un conjunto de actuaciones en relación con los **contenidos**, con las **estrategias** y con la **evaluación**.

Respecto de las medidas que hay que tomar en los *contenidos y en las estrategias* que pueden ayudar a trabajar con las diferentes características del alumnado, se orienta, de manera especial, en el apartado del papel del profesor y actividades de los alumnos. En las

orientaciones específicas se entra en detalle sobre los contenidos de los bloques, lo que puede ayudar en dicha tarea.

En lo que se refiere a la *evaluación*, en el apartado de orientaciones para la evaluación pueden encontrarse numerosas referencias.

Papel del profesor y del alumnado

Tomando como punto de partida el **enfoque constructivista** del aprendizaje se plantea la necesidad de adoptar, tanto el profesor como el alumno, un papel coherente con dicho enfoque.

Actuación del profesor

El papel del profesor tendría que consistir en plantear interrogantes y dirigir su aprendizaje enfrentando al alumnado a situaciones problemáticas y ayudándole a adquirir contenidos científicos que permitan abordarlas.

Preconcepciones

El profesor debe tener muy en cuenta que **las preconcepciones** de los alumnos tienen una gran importancia en el proceso de aprendizaje, ya que se sabe que no siempre la exposición de contenidos debidamente estructurados e incluso adecuadamente expuestos conlleva el aprendizaje correcto de los mismos. Esta consideración parte de la constatación de que todas las personas tienen ideas muy asentadas sobre los temas que se estudian en las Ciencias antes de empezar el aprendizaje académico. Hay coincidencia en la comunidad científica en considerar que estos conocimientos se originan por las experiencias cotidianas que se tienen desde niños.

Un ejemplo clarificador podría ser la observación continua de que un objeto al que no se le empuja se acaba parando, o la idea de que fruto y fruta es lo mismo. El sentido común lleva a generalizar estas ideas llegando a formar parte de la estructura mental de los niños. Estas preconcepciones son verdaderos esquemas conceptuales por los que se filtra la información del profesor, dándole una interpretación diferente a la que se pretende comunicar. El hecho de que las

ideas científicas sean en muchas ocasiones contrarias al sentido común hace especialmente necesario en esta área el conocer cuáles son los esquemas mentales de los alumnos para planificar el aprendizaje. Hay que tener en cuenta que estos conocimientos previos tienen una gran coherencia interna, han sido fruto de una experiencia muy reiterada y no van a ser sustituidos por las ideas científicas con facilidad, sino que serán muy persistentes y en ocasiones los alumnos asumirán la explicación del profesor en la clase y seguirán con sus esquemas en otros contextos, por lo que no se habrá producido un verdadero aprendizaje.

Una buena manera con la que el profesorado puede abordar la sustitución de las preconcepciones por las ideas científicas parece que es el planteamiento de situaciones problemáticas donde el alumnado, al exponer sus ideas, hace explícitas de manera espontánea sus representaciones. El profesor o la profesora, a partir de ellas, tratará de proporcionar actividades que sugieran la investigación de un hecho, o la utilización de contraejemplos que le hagan poner en cuestión sus propias ideas y que le permitan comprender las ventajas que aportan las ideas científicas que les sustituyen, de manera que se vaya produciendo un **cambio conceptual** en sus esquemas de conocimiento. La aplicación reiterada de la idea científica alternativa a la preconcepción en contextos diferentes, permitirá avanzar en su aprendizaje.

Cambio conceptual

La intervención del profesor al dirigir el aprendizaje debe estar orientada a ayudar a los alumnos a captar la **estructura de las ideas científicas** y a establecer conexiones entre los diferentes conceptos. En la presentación de los temas deben **destacarse las ideas fundamentales**, relacionándolas con los conocimientos que ya poseen los alumnos.

El profesor tendrá que **seleccionar los contenidos básicos** de cada unidad didáctica, esto es, elegir aquellos conceptos, procedimientos y actitudes que se consideren imprescindibles para aprendizajes posteriores o para la propia formación del alumnado. No quiere decir que se estudien sólo estos contenidos, pero sí que en el caso de que algún alumno no llegue a todo, se haya destacado lo principal.

También habría que destacar la **funcionalidad** de los conocimientos, indicar **para qué sirve** lo que se va a aprender, es decir, las repercusiones que puede tener adquirir esos conocimientos, las conexiones que se pueden establecer entre los conceptos y los procedimientos que se van a utilizar y las actitudes que son importantes a propósito de dicho tema.

Una forma de trabajar con los alumnos de diferentes motivaciones, ritmos y capacidades es la **diversificación de actividades**. Por un lado permite conectar con los diferentes intereses de los alumnos, de manera que todos se encuentren motivados por algunas de ellas, y por otro lado es muy importante que realicen todo tipo de actividades y no se limiten únicamente a aquellas que más sencillas les resulten. La diversificación de tareas a las que se le da la misma valoración aumenta la **autoestima de los alumnos**, ya que pueden comprobar los tipos de tareas en los que son más eficaces. Si el profesor tiene cuidado en destacar por igual cualquier tipo de logro, ningún alumno se sentirá discriminado.

Actividades diversas y graduadas

El profesorado tendrá que **graduar las dificultades** de los contenidos dentro de la unidad didáctica. En las actividades convendría contemplar una escala clara de menor a mayor dificultad, de manera que los alumnos se vayan familiarizando con los temas en situaciones sencillas y puedan afrontar posteriormente otras más complejas.

A su vez, una misma actividad puede plantearse con varios grados de exigencia, llegando a distintos niveles de profundidad, trabajando con algunos alumnos sólo los contenidos "imprescindibles" previamente seleccionados que entren en ella, o abordando todos los correspondientes al tema que será lo común con la mayoría del alumnado.

Aún pueden graduarse las actividades planteando varias versiones de una misma de acuerdo con la tipología de alumno, más o menos dirigidas, más o menos experimentales, con enunciados acordes a sus gustos particulares, etc.

Durante el desarrollo de los temas, con el fin de que los conocimientos que se van trabajando vayan engarzándose en la estructura del tema en vez de contemplarse de manera aislada, convendría programar tiempos para la **realización de síntesis**, tanto parciales como finales. Sería adecuado reservar los últimos cinco minutos de cada clase para recapacitar sobre lo que se ha hecho en la hora de clase y encajarlo en el esquema de trabajo. Tendría interés, además, pararse en determinados momentos del trabajo para reflexionar sobre lo que se está haciendo, recordar cuál era el objetivo que se perseguía, en qué momento del trabajo nos encontramos, cómo ha ido la marcha de la clase y destacar los aciertos y errores proponiendo sugerencias de modificación.

Durante la realización de las actividades se debe lograr un **ambiente saludable** que permita trabajar sin tensión. En este

aspecto las actitudes del profesor son fundamentales para que se logre. La ayuda que se proponga a los alumnos y alumnas debe pasar por **valorar cualquier logro por pequeño que sea**; la valoración de todo tipo de tareas que se hagan en clase contribuye a no discriminar a los alumnos que son más hábiles en aquellas destrezas *comúnmente poco valoradas, tratando de conseguir que se* esfuercen además en aquellas que les resulten más difíciles. Convendría asimismo poner de relieve el interés de los distintos contenidos de ámbito profesional. Cuando se indiquen fallos o deficiencias habría que sugerir en el momento posibilidades de superación. Es importante destacar y comentar las conductas tolerantes y flexibles; apoyar las actitudes persistentes encaminadas a la resolución de los problemas; encauzar la clase según una serie de normas de convivencia previamente consensuadas con los alumnos, y, una vez adoptadas las normas, exigir su cumplimiento; procurar tener actuaciones parecidas ante problemas similares y ser capaz de pedir disculpas y, siempre que se pueda, subsanar errores.

Valorar los logros

Conviene **evitar la motivación basada en la competitividad** y potenciar el desarrollo de una **actitud cooperativa**. Ello ayudará, por una parte, al desarrollo de la sociabilidad y facilitará, además, la comprensión de los contenidos científicos al provocar el contraste de sus ideas con las de los otros compañeros. Los **trabajos en grupo** plantean una situación privilegiada para ello. Es preciso que los componentes desarrollen la responsabilidad individual para cada tarea, por lo que cada alumno debe tener su propia autonomía y responder de ella ante el grupo.

En la **composición de los grupos** habrá que emplear diferentes criterios según sean las necesidades concretas del aprendizaje. Cuando se formen grupos de alumnos para la realización de trabajos que requieren actividad fuera de las horas de clase, como la consulta a bibliotecas o la observación de los árboles de una zona, parece lógico que se agrupen por cercanía de vivienda o por gustos personales. Al plantear problemas en los que puedan detectarse preconcepciones será mejor que los grupos sean heterogéneos y su composición orientada por el profesor. Suele ser gratificante para los "malos alumnos" comprobar que ante conocimientos no estudiados pueden razonar mejor en ocasiones que los "buenos"; es frecuente ver que en los primeros momentos no se atreven a rebatir a los que consideran expertos en todo. La labor del profesor como animador en estos casos es fundamental con el fin de ayudarles a ganar confianza en ellos mismos.

El tipo de tareas basadas en la investigación de problemas presentes en el medio facilita la **autonomía** de los alumnos, ayudándoles a ganar progresivamente independencia respecto a los adultos por ir dotándose de instrumentos de respuesta propios. Para fomentar esta autonomía el profesor tiene que tratar de enfrentarles a este tipo de situaciones con mucha frecuencia de manera que no les asuste el sentirse perdidos y traten de buscar soluciones; sólo cuando sea imprescindible habrá que aportarles pequeñas ayudas, pero sin quitarles la oportunidad de que saquen de sí mismos el máximo de sus posibilidades. Es muy importante para adquirir autonomía plantear tareas que se aborden **individualmente** además de las tareas que se realicen en los grupos. El que los alumnos adquieran una cierta autonomía permite al profesor prestar más atención a aquellos que más lo necesitan o que por su carácter les cuesta más participar.

Todo cambio en la metodología debe ser muy lento, de manera que cada profesor y profesora puedan ir asumiendo a su propio ritmo las innovaciones que incorporen. Es fundamental no desanimarse ante los primeros fracasos, sino que habrá que pensar que se está en un proceso de aprendizaje tanto por parte del profesor como por parte de los alumnos.

Actividades de los alumnos

De acuerdo con los planteamientos que se hacen desde el currículo, el **papel del alumno** consistiría en ir construyendo sus aprendizajes realizando las actividades propuestas, dando respuesta a problemas planteados, aprendiendo a trabajar de forma autónoma, siendo capaz de tomar iniciativas y de acoplarse al trabajo en equipo.

Actividades variadas

Para que se realice un aprendizaje efectivo y se pueda responder a la diversidad de intereses y niveles de la clase se hace necesario utilizar una **variada gama de actividades**, variadas en cuanto a las capacidades que se van a poner en juego, a la autonomía que requieren, a las agrupaciones que se plantean, etc. Sin pretender ser exhaustivos en la enumeración, se comentan algunas de las más frecuentes. Dentro de cada tipo de actividades, cabe graduarlas de acuerdo con los criterios mencionados en el apartado de la actuación del profesor.

Actividades de introducción-motivación: deberán ir dirigidas a promover el interés de los alumnos por lo que van a trabajar,

intentando conectar con sus intereses. Es importante en la motivación indicar el sentido de lo que se va a trabajar, para qué sirve y a qué tipo de problemas da respuesta.

Actividades de desarrollo: las encaminadas a adquirir los contenidos programados. Abarcarán la mayor parte del tiempo. Vamos a distinguir, dentro de ellas, diferentes tipos:

- Actividades para detectar las **ideas previas**: pueden diseñarse especialmente para ello o tratar de detectarlas al dar respuesta el alumno a muchas de las situaciones problemáticas con las que tenga que enfrentarse. Puede resultar más espontánea la información así obtenida. En este caso, muchos tipos de actividad servirían para ello.
- Actividades de **descubrimiento dirigido**: mediante ellas, el alumno, a partir del planteamiento de problemas sencillos, realizará experiencias que le permitan extraer las conclusiones previstas. Estas actividades se muestran especialmente útiles cuando tienen en cuenta las ideas previas del alumno y las ponen en contradicción, facilitando que evolucionen hacia esquemas interpretativos más adecuados.

Investigar y aplicar

- Actividades de **tipo comprobatorio:** tienen por objeto ilustrar algún principio o ley mediante alguna observación o montaje experimental. Aunque contribuyen, a veces, a clarificar el significado del mismo, no puede esperarse que por sí solas permitan conceptualizar aspectos no comprendidos. Su uso abusivo puede dar lugar a una visión estática de la Ciencia, en la que experimentos aislados parezcan demostrar afirmaciones generales.
- Actividades de **consolidación**: es fundamental *aplicar reiteradamente, en diferentes contextos*, los conocimientos adquiridos para la consolidación de éstos. Son especialmente aplicables este tipo de actividades al asentamiento de las ideas científicas nuevas que surgen para sustituir a las preconcepciones. Además, para que los alumnos y alumnas utilicen con soltura determinados conceptos, hechos y principios, se hace necesaria una ejercitación de la memoria. No se pretende potenciar un aprendizaje memorístico, pero tampoco una descalificación global de ésta como capacidad cognitiva importante. Hay en Ciencias datos que necesariamente deben ser memorizados, por ser esenciales, mientras que otros son meramente informativos. El alumno debe aprender a distin-

guirlos y **memorizar comprensivamente** los primeros, para poder luego procesar sus conocimientos y poder solucionar nuevos problemas.

También ayudan a la consolidación las actividades de síntesis con la elaboración de esquemas, mapas conceptuales, etc.

- Las actividades de descubrimiento dirigido no deben confundirse con las **actividades de investigación libre** o "pequeñas investigaciones". Su finalidad estriba en poner al alumno en situación de investigar algún problema o acontecimiento a partir de sus conocimientos, utilizando estrategias propias para ello. En estas actividades de investigación libre el final no está previsto. Esto es, se pretende con ellas que el alumno comprenda la naturaleza de los problemas que plantea el conocimiento científico y las estrategias y técnicas involucradas en su resolución. Aunque su utilización está limitada por el tiempo necesario para llevarlas a cabo, las pequeñas investigaciones han mostrado ser una de las tareas educativas muy adecuadas para aproximar a los alumnos a la comprensión de la actividad científica.

- La **realización de pequeños proyectos** para construir algún aparato, instrumento, instalación, maqueta, etc., suele ser también frecuentemente utilizada en la enseñanza de las Ciencias, y permite un trabajo interdisciplinar con otras áreas (Tecnología, Plástica...).

- La **resolución de problemas de papel y lápiz** ocupa un lugar preeminente en la enseñanza de las Ciencias. Es fundamental que los problemas no se planteen como una aplicación mecánica de una fórmula a una situación determinada. Los alumnos deben enunciarlo con sus propias palabras indicando los datos que conocen y cuáles son las variables que se van a manejar, realizar un estudio cualitativo de la situación antes de empezar a abordarlo, verbalizar los pasos que se dan en su resolución fundamentando todo lo que se hace; tendrán que buscar estrategias variadas para su tratamiento, y por último, analizar los resultados. Éste es un campo propicio para detectar las preconcepciones de los alumnos, ya que en la verbalización del problema van surgiendo éstas de manera natural. Cuando el tratamiento del problema exige la utilización de formalismos matemáticos, éstos deben ser adecuados al nivel de comprensión de los alumnos.

Resolución de problemas

- Las **salidas fuera del centro escolar** desempeñan también un importante papel en la enseñanza de las Ciencias, ya que facilitan la observación del medio natural y los procesos de transformación que las personas efectúan sobre el mismo. En general, las salidas presentan un esfuerzo importante en su programación, por lo que conviene reservarlas para trabajar aquellos contenidos que las hagan más necesarias, debiendo prepararlas adecuadamente. La discusión de los objetivos y su preparación, así como el trabajo posterior de recogida, sistematización de datos y elaboración de conclusiones son tan importantes como la propia salida. Estas actividades constituyen situaciones especialmente adecuadas para adquirir hábitos de autonomía y actitudes de respeto hacia el entorno natural y social. Constituyen, además, una situación ideal para el desarrollo de capacidades de relación social en los alumnos, tanto en la preparación de la salida como en el desarrollo de las sesiones posteriores (trabajo cooperativo, relaciones personales y grupales, etc.).

  Las **salidas deben tener pocos objetivos y no muy ambiciosos**, de forma que los alumnos tengan tiempo suficiente para realizar las tareas sin prisas, disfrutando de todas las posibilidades que la experiencia ofrezca. Deben visitarse, *inicialmente, los sitios próximos: la propia ciudad o pueblo*, zonas de campo próximas, fábricas, canteras, depuradoras, presas, centrales eléctricas, laboratorios, viveros, explotaciones ganaderas, etc.; en ellos se encontrarán infinidad de elementos que permitirán ilustrar y hacer más comprensibles a los alumnos determinados contenidos científicos.

Planificar salidas del centro

- Las actividades encaminadas a la **búsqueda de información** permiten al alumno obtener gran cantidad de ideas y datos que le sirven de contraste y le abren nuevas perspectivas, familiarizándole, al mismo tiempo, con las distintas fuentes de información. La búsqueda bibliográfica para realizar una síntesis en torno a un tema, la recogida de información en los periódicos, datos estadísticos, visitas a museos, etc., así como la consulta de fuentes históricas y archivos, pueden ser algunas muestras de este tipo de actividades.

- La **comunicación de resultados**, después de un proceso de trabajo, es una situación privilegiada para favorecer el debate, relacionar ideas, propiciar la síntesis y plantear el contraste con las ideas previas. La preparación de informes, paneles,

resúmenes, etc., pueden ser actividades que favorezcan y agilicen esta comunicación. Otras formas de comunicar los resultados podría ser la presentación del trabajo de los grupos al resto de los compañeros o las exposiciones en la semana cultural, que en muchos centros se realiza, de una selección de los trabajos.

Actividades de recuperación: son las programadas para alumnos que no han alcanzado los conocimientos trabajados. Podrían ser muchas de las ya utilizadas descompuestas en otras más sencillas, de manera que en cada una de ellas se den pasos elementales, que se les planteen de distinta manera, o que se seleccionen otras diferentes en la misma línea de las planteadas en clase. Algunas cabe programarlas desde el comienzo y otras a la luz de la evaluación, eligiendo en función de ella los cambios de estrategia adecuados.

Actividades de ampliación: son de cualquiera de los tipos descritos en las actividades de desarrollo, pero que permitan llegar a un nivel de conocimientos superior al exigido y que no es, por tanto, imprescindible para el proceso de enseñanza. Éstas permitirán desarrollar adecuadamente las capacidades de los alumnos más aventajados. Son especialmente útiles para ello las investigaciones libres y la resolución de problemas de papel y lápiz, en las que se pueden plantear trabajos con muy diferentes grados de dificultad y de extensión. Es importante diseñarlas con un grado alto de autonomía porque además de ayudar a mejorar esa capacidad permiten al profesor atender a la vez a otros alumnos que lo necesiten más.

Recursos didácticos

De gran importancia son los **recursos bibliográficos** que se utilicen. Debe prestarse especial atención a que los distintos materiales utilizados por los alumnos (libros de consulta, guías, artículos, etc.) sean **comprensibles**. La creación de una biblioteca de aula adecuada puede resultar de una gran ayuda. En ella puede haber libros de consulta, de divulgación, guías de campo, libros de experiencias, algún diccionario y enciclopedia y otros materiales que se consideren útiles para el trabajo de los alumnos. Fomentar la colaboración de todos en la formación de una biblioteca puede ayudar a que los alumnos la sientan suya y la cuiden adecuadamente. Es necesario también que el alumnado conozca la estructura de la biblioteca

del centro y aprenda a manejarse en ella, así como en otras exteriores al centro, como pueden ser las municipales. Se puede conseguir una orientación adecuada para formar la biblioteca de aula, de centro o individual en la *Guía documental y de recursos* de esta área que aparece en este volumen.

El **material para la realización de experiencias** no debe ser necesariamente sofisticado. Es preciso que en los centros se disponga de abundante material de bajo coste, que permita a los alumnos realizar un buen número de experiencias en el aula, y dejar el uso de material más especializado para los trabajos que se realicen en el laboratorio.

Teoría y práctica integradas

Dentro de los planteamientos psicopedagógicos que en esta propuesta se sustentan **no cabe una separación entre clases teóricas y clases prácticas**. No pueden explicarse teóricamente las propiedades de los minerales, por ejemplo, y una semana más tarde verlos en la realidad. La adquisición de los conocimientos respecto a las propiedades debe basarse en la observación de los mismos y en la realización de experiencias que faciliten la construcción de los conceptos correspondientes. Es evidente que si se trabaja de esta manera en todos los cursos no se dispondrá de laboratorios suficientes, por lo que debería pensarse en una utilización más versátil de la clase, donde la existencia de armarios con material básico y sencillo permitiría realizar las experiencias más elementales. Los laboratorios, con una dotación adecuada de material, se utilizarán para los trabajos más complejos y contemplarán el uso de instrumentos más precisos y de mayor dificultad de mantenimiento.

Por otra parte, el uso de material de desecho, que los alumnos pueden aprovechar para construir instrumentos y montajes sencillos, es de gran valor educativo, ya que hace posible analizar los pros y los contras de su fiabilidad y entender mejor las características del material de laboratorio convencional.

No debe olvidarse **el ordenador y los recursos audiovisuales,** de uso cada vez más generalizado en las aulas y para cuya introducción en la escuela se están realizando grandes esfuerzos institucionales.

El *ordenador* puede utilizarse con programas de propósito general, como son los procesadores de textos, gestores de base de datos u hojas de cálculo. Otros programas específicos desarrollan y permiten ejercitar aspectos concretos del currículo del área de Ciencias de

la Naturaleza (programas tutoriales o de preguntas y respuestas). Por otra parte, existen programas que proporcionan entornos adecuados para ejercitar estrategias de resolución de problemas científicos (simulaciones, construcción de modelos, planteamiento y resolución de problemas).

En el laboratorio el ordenador puede servir como instrumento sencillo de medida, sustituyendo a muchos otros dispositivos sofisticados y permitiendo la realización de medidas en tiempos muy breves o muy dilatados que de otra manera serían imposibles. Además, gracias a sus posibilidades gráficas y de cálculo, es un buen instrumento para analizar e interpretar los resultados de los experimentos. Como dispositivo de control puede mantener magnitudes en ciertos valores especificados de antemano. Por ejemplo, en un invernadero la temperatura, la humedad, la luz... pueden estabilizarse en ciertos valores.

Por medio de la telemática pueden conectarse, por vía telefónica, ordenadores situados en puntos distantes que intercambian información. Por ejemplo, un gran número de centros pueden intercambiar por este sistema datos meteorológicos o sobre el entorno que les rodea para realizar actividades cuyos resultados después pueden compartir.

Utilización planificada

En cuanto a *los recursos audiovisuales*, el uso de diapositivas sigue teniendo gran interés. El video, por otra parte, ofrece la posibilidad de utilizar imágenes reales y en movimiento relacionadas con un hecho científico. Éstas pueden ayudar a presentar un problema científico de manera mucho más real.

En la enseñanza de las Ciencias aparece en muchas ocasiones la necesidad de reproducir imágenes reales junto a gráficos y esquemas que aclaren lo que éstas representan. Algunos vídeos didácticos utilizan estos recursos, pero las posibilidades aumentan mucho si se utiliza el ordenador para explotarlos. En una utilización *multimedia*, el ordenador gestiona textos, datos numéricos, imágenes fijas, imágenes móviles, vídeos, dibujos animados, sonido, efectos especiales.... Así se combinan sus capacidades interactivas y de organización con estos recursos.

Sin embargo, la utilización de estos medios requiere una **planificación adecuada** que tenga en cuenta los objetivos que se pretenden conseguir, ya que no todo puede ni debe hacerse con ellos.

Orientaciones específicas

Las orientaciones específicas se refieren al tratamiento de los contenidos concretos de los bloques. En ellas se trata de indicar cuáles son las preconcepciones más frecuentes con las que se van a encontrar, cuáles son las ideas fundamentales que pueden ayudar a estructurar los temas, cuáles son los contenidos de mayor dificultad y cuál es la profundidad con la que se pretenden tratar.

Conceptos

Para facilitar y simplificar las orientaciones, se agrupan los bloques en **cinco grandes apartados:** *la materia, sus propiedades y estructura, la Tierra y sus componentes, los seres vivos, las interacciones y los cambios y la energía.*

La materia, sus propiedades y estructura

Este *primer apartado* incluye aspectos relacionados con el conocimiento de las propiedades fundamentales de la materia que, mostrando inicialmente su gran diversidad, deben conducir a plantearse la existencia de modelos que lleven a la idea de unidad en la misma. El conocimiento de la estructura atómico-molecular facilitará la comprensión del comportamiento de sustancias. Los cambios realizados en las agrupaciones de átomos explicarán las transformaciones químicas en su doble aspecto: las que se producen en la Naturaleza y las que el hombre puede producir para la obtención de nuevos materiales.

Diversidad en su presentación

Las ideas fundamentales que pueden destacarse en este primer apartado son: la **diversidad de formas y estados** en los que se presenta la materia en la Naturaleza, la **unidad en su composición** y los **cambios** que pueden darse en las propiedades de las sustancias en virtud de diferentes reagrupamientos de los átomos.

Inicialmente, el estudio de las propiedades de los sistemas materiales puede abordarse desde aspectos prácticos y utilizando todo tipo de materiales, incluyendo rocas, minerales y seres vivos entre otros, ya que, a menudo, los alumnos tienen dificultad en considerar éstos como sistemas materiales. Establecer estas conexiones facilitará posteriormente el estudio de los componentes abióticos y bióticos *del medio natural que, aunque diferenciados, poseen unas características* básicas comunes.

Dentro de la diversidad de la materia pueden establecerse **relaciones entre los sistemas materiales** por tener características comunes. Esto permite clasificarlos, atendiendo a diversos criterios, en grupos amplios como: materia inerte, seres vivos, mezclas, disoluciones, sustancias puras, etc.

Unidad en su composición

Para intentar resolver el problema de la estructura de la materia sería conveniente plantear situaciones en las cuales los alumnos tengan ocasión de hacer explícitas sus propias preconcepciones. En este apartado se trata de llegar a establecer el **modelo corpuscular** y la idea clave de la **unidad de composición** en todos los sistemas materiales. Conocido este modelo, se podrán plantear actividades de consolidación donde el alumno puede explicar hechos como que una misma sustancia se presenta en los tres estados de agregación, la evaporación o la disolución. Especial interés tiene la justificación del comportamiento de los gases a partir de este modelo. Conviene tener presente que los alumnos pueden estar empleando el modelo corpuscular para explicar algunos fenómenos y a la vez mantener el concepto de materia continua en la explicación de otros.

A los alumnos se les debe poner en situación de comprobar las propiedades de las sustancias tales como que los gases tienen masa y volumen o que las sustancias pueden dilatarse o contraerse. Conviene asimismo que preparen mezclas homogéneas o heterogéneas y que separen algunas sustancias puras componentes de disoluciones de uso corriente como el vino o el agua salada, siendo conscientes de que están utilizando **procedimientos físicos** basados en sus

propiedades características de las sustancias puras. Convendría, asimismo, que se habituasen a identificar sustancias puras entre los materiales que se utilizan cotidianamente.

Los **cambios químicos** podrían abordarse comprobando experimentalmente cómo la unión de sustancias lleva, en unos casos, a la obtención de mezclas en las que mantienen sus propias características y, en otros casos, a cambiar la naturaleza de las sustancias involucradas en el proceso por haberse producido cambios químicos. En este apartado es aconsejable analizar, a través de problemas, las ideas previas de los alumnos, que suelen confundir procesos físicos, tales como la ebullición y la disolución, con cambios químicos.

Cambios y energía

Posteriormente podrá llegarse a un modelo de átomo en términos de protones, electrones y neutrones para abordar la estructura de elementos y compuestos y sus diferencias. La clasificación de elementos y el concepto de enlace químico permitirán dar una interpretación en términos de reajuste de átomos a las reacciones químicas.

Se estima que puede ser suficiente para esta etapa no avanzar en el estudio de otros modelos atómicos, y buscar, además, algunas regularidades entre los primeros elementos del sistema periódico aunque con ello no pueda alcanzarse una idea completa de la periodicidad ni de sus causas. Con estos conocimientos tan elementales acerca del átomo, el concepto de enlace químico podría abordarse desde una realidad energética y sin pretender realizar un estudio pormenorizado de los tipos de enlace.

Es muy importante recalcar la importancia de las reacciones químicas en cuanto que permiten a las personas generar nuevos materiales de acuerdo con sus intereses. Esto puede plantear debates, trabajos bibliográficos, charlas, etc., en los que puedan mostrarse beneficios y peligros de la Ciencia, y comprobar cómo los intereses sociales se supeditan en ocasiones a intereses económicos o de otro tipo.

La **nomenclatura y formulación química** debe hacer referencia a sus funciones de comprensión del contenido y de la forma del **lenguaje químico.** Se trataría de interpretar y representar en lenguaje químico los elementos, algunos compuestos muy utilizados en el laboratorio o en los textos y las ecuaciones de las reacciones químicas. Debería abordarse con una pretensión enormemente funcional, referida básicamente a sustancias comunes o bien como apoyo a contenidos; debe huirse de aquellos planteamientos en los que la

exigencia de una formulación y nomenclatura química exhaustiva aparezca como un objetivo en sí mismo.

Los contenidos de este apartado están íntimamente relacionados con los referidos a la energía, pues una primera aproximación al concepto de **energía** es fundamental para poder explicar los cambios químicos, el enlace, etc. Estos contenidos están relacionados también con las materias relativas a la electricidad y a la salud.

Este apartado, formado por contenidos básicos, algunos de los cuales se han trabajado en la Educación Primaria (forma, masa, volumen, estados de agregación, mezclas, etc.), parece adecuado iniciarlo en el primer ciclo con un gran componente manipulativo y así familiarizarse con los conceptos que se manejan. La utilización de modelos como herramienta fundamental en las Ciencias es en el segundo ciclo donde tiene su mayor campo de utilización; sin embargo, el modelo corpuscular puede empezar a emplearse en el primer ciclo para explicar fenómenos sumamente sencillos, como pueden ser la difusión de los gases o la dilatación de los cuerpos.

La Tierra y sus componentes

En el *segundo apartado* se aborda el estudio de la Tierra tanto como referencial inmediato de la actividad humana como elemento constitutivo del Universo. Se estudian, además, las propiedades de sus componentes abióticos: el aire, el agua y las rocas.

El estudio de la **Tierra en el Universo** suscita un gran interés en estos niveles de la Educación Secundaria, debido a que habitualmente son objeto de comentario en los medios de comunicación social. Este hecho no debe impedir la consideración de las dificultades que entrañan los contenidos del bloque. A éstos debe dárseles un enfoque eminentemente funcional y práctico, por lo que adquieren especial importancia procedimientos como la observación del firmamento o los relativos a la orientación. Puede iniciarse el tema a partir de los fenómenos astronómicos más inmediatos a la experiencia, para cuya visualización y tratamiento no se necesitan medios sofisticados de observación. A su vez, debe posibilitarse la construcción de modelos de simulación sencillos. No debería plantearse como objetivo en este bloque que los alumnos adquieran una gran cantidad de

conocimientos memorísticos de datos, nombres, etc., sino que sean capaces de interpretar algunos fenómenos astronómicos contribuyendo a percibir la grandeza del Universo y la relatividad de tamaños, distancias y períodos de tiempo. En cuanto a la observación del firmamento, se debería conseguir que los alumnos diferencien las estrellas de los planetas, reconociendo los más sencillos e identificando las principales constelaciones.

Promover la curiosidad

Es importante que desarrollen su capacidad de curiosidad e interés por investigar nuevos hechos, lo que, a su vez, facilita la realización de trabajos escritos, charlas, debates, etc., de marcado carácter multidisciplinar.

Al estudiar la evolución histórica de la explicación del Universo conviene recalcar la concepción de la Ciencia como un proceso siempre en construcción, y que puede estar sometida a condicionamientos ajenos a ella.

La propia naturaleza de estos contenidos hace que en su mayoría sean apropiados para desarrollarlos en el primer ciclo. Sin embargo, algunos aspectos podrían ser objeto de estudio en el segundo ciclo relacionándose con la Gravitación Universal.

En el estudio del **aire y del agua** se debería resaltar fundamentalmente *su importancia para la vida en la Tierra* y presentar una visión muy relacionada entre ambos componentes. El estudio de variables que inciden en el tiempo atmosférico, como presión, temperatura, humedad, precipitaciones o vientos, se puede hacer de manera práctica tomando los datos de la caseta meteorológica y construyendo algunos de los aparatos de medida como barómetros, termómetros, higrómetros, veletas, etc. Se pretende también que los alumnos y alumnas comprendan las informaciones usuales de los medios de comunicación a propósito del tiempo atmosférico.

Es importante relacionar la contribución del agua y del aire en la Tierra con la aparición y permanencia de la vida, y reconocer cómo sus propiedades han permitido el gran desarrollo y diversidad de los seres vivos.

Los conceptos de aire y de agua son de *carácter muy globalizador* y las implicaciones con los demás bloques son numerosas. Por ello pueden organizarse variadas unidades didácticas en las que se establezcan relaciones diferentes. Así, una de ellas podría estudiar las propiedades del aire y del agua relacionándolas con los seres vivos y

con el estudio de las alteraciones que en este momento están sufriendo ambos productos. Otra podría plantear las relaciones entre las necesidades de agua y de energía y las soluciones conjuntas que se han dado a ambos problemas. Tanto en el primer ciclo como en el segundo se podrían diseñar unidades de este tipo, aunque pueden resultar especialmente interesantes para el primero, ya que su carácter globalizador parece más adecuado para estas edades.

El estudio de las **rocas** puede comenzarse desde un punto de vista general, teniendo en cuenta las siguientes ideas básicas: las rocas conforman el relieve que nos rodea, difieren unas de otras respecto a sus propiedades y a su utilidad, y su disposición en el campo puede sugerir interpretaciones de la dinámica terrestre. Esto permite introducir la idea de cambio, así como los conceptos de erosión, transporte y sedimentación. Puede ser interesante abordar al mismo tiempo el estudio del suelo, determinando sus componentes y destacando la gran importancia que para el desarrollo de cultivos tiene su formación.

Concepción dinámica

Es importante considerar en este apartado la dificultad que tienen los alumnos para interpretar la dinámica terrestre según una lógica actualista, a partir de una adecuada consideración de la importancia de la variable tiempo. La tendencia a las explicaciones mágicas y catastróficas de los fenómenos geológicos caracterizan los inicios históricos de la formalización científica y son, casi siempre, las que los alumnos sugieren para interpretar dichos fenómenos. Es éste, por tanto, un tema muy adecuado para promover un cambio conceptual que posibilite la evolución de las ideas iniciales de los alumnos hacia una explicación actualista de los problemas con una consideración adecuada de la noción de tiempo geológico, comprendiendo la lentitud o la velocidad de los diferentes procesos.

El estudio de las rocas puede abordarse en el primer ciclo destacando los aspectos relacionados con su conocimiento práctico y su interés en la vida cotidiana. Pero, además, debe iniciarse al alumno en la consideración de los aspectos dinámicos teniendo en cuenta las concepciones estáticas propias de esta edad y la dificultad en la comprensión de la variable tiempo. En el segundo ciclo se profundizaría en los aspectos dinámicos y se relacionarían los cambios en el relieve con los que afectan a todos los componentes de la Tierra.

Las rocas, el aire y el agua son componentes abióticos básicos de la Tierra que interaccionan continuamente entre sí y con los seres vivos. Cabría, por tanto, diseñar unidades didácticas diferentes según que se consideren unas u otras relaciones.

Los seres vivos

El *tercer apartado* se refiere al estudio de los **seres vivos**, que tiene como principal objetivo comprender las propiedades generales que los definen y establecer las características de los principales modelos de organización.

Puede iniciarse su estudio abordando la **gran diversidad** que los caracteriza: presentan gran cantidad de formas, han colonizado los más variados medios y han desarrollado múltiples soluciones para resolver los problemas de supervivencia. El estudio de la diversidad animal y vegetal convendría realizarlo a partir de modelos fundamentales de organización, sin entrar en un excesivo detalle a nivel taxonómico.

Diversidad y unidad

Además de una gran diversidad, los seres vivos tienen en común una **unidad de estructura y función**. Todos están formados por células y todos precisan realizar los mismos procesos. Estas ideas globalizadoras deben ser las que se destaquen fundamentalmente, ya que, con frecuencia, quedan solapadas por la gran cantidad de detalles descriptivos con los que se suele abrumar a los alumnos.

Es necesario hacer una reflexión especial sobre los seres vivos en torno a los problemas de comprensión de algunos aspectos relacionados con sus **procesos de funcionamiento**. Existen preconcepciones muy arraigadas, como consecuencia de observaciones e interpretaciones cotidianas y superficiales, que consideran, por ejemplo, el proceso de la respiración como un simple intercambio de gases y que no lo relacionan con el hábito de tomar alimento ni con la necesidad de obtención de energía.

De igual manera, la aproximación al complejo proceso de la fotosíntesis, que hace posible entender la gran importancia de la existencia de los seres vivos autótrofos, precisa reflexionar con los alumnos sobre los errores acumulados en la interpretación de este fenómeno.

Lograr que entren en crisis algunas de estas preconcepciones no es un asunto fácil, ya que coinciden con interpretaciones cotidianas potenciadas a veces desde la infancia. La investigación directa de la acción de algunas variables (luz, agua) que puedan producir algún cuestionamiento de sus interpretaciones se ofrece como un camino adecuado para hacer evolucionar algunas de estas ideas.

No debe olvidarse la reflexión sobre el maravilloso proceso de la fotosíntesis, cuya aparición parece que hizo posible el enriquecimien-

to del oxígeno en la primitiva atmósfera y el comienzo de la gran diversidad de los seres vivos.

Por otra parte, el conocimiento de las **estructuras básicas de los seres vivos** exige el uso de aparatos como el microscopio, que plantea en los alumnos el difícil problema de la comprensión de las escalas. Es preciso tener en cuenta los errores que aparecen frecuentemente no sólo referidos al tamaño de las células, sino al de moléculas, átomos, etc.

Por último, es necesario considerar en este apartado los problemas de interpretación lamarquistas que pueden tener los alumnos al considerar las relaciones entre estructuras y función y en la aproximación al concepto de adaptación. La utilización de contraejemplos adecuados que sean objeto de reflexión puede hacer evolucionar estas consideraciones muy arraigadas, por otra parte, en las interpretaciones cotidianas. Puede ser de interés utilizar la Historia de la Ciencia como recurso didáctico para que el alumnado vea que muchas de las representaciones que ellos tienen fueron sostenidas en otro tiempo por científicos ilustres y que posteriormente los datos y las reflexiones dieron lugar a otras hipótesis con mayor poder explicativo.

Historia de la Ciencia como recurso

El estudio de los seres vivos puede iniciarse en el primer ciclo haciendo especial hincapié en los aspectos generales de unidad y diversidad y en la determinación de los grandes modelos de organización. En un segundo ciclo puede ser conveniente profundizar en los aspectos referidos a la estructura y a las funciones, ya que algunos presentan gran complejidad. El estudio de la respiración y de la fotosíntesis debería tratarse después de haber comprendido los conceptos de reacción química y de intercambio energético.

Los aspectos referidos al estudio de **las personas** se presentarán como un ejemplo más de seres vivos, que comparten con los demás las características generales ya estudiadas, pero que presentan un grado de complejidad diferente. Además, el estudio del ser humano permite volver a reflexionar sobre los procesos vitales, cuyo enfoque puede haberse iniciado anteriormente a propósito del bloque de los seres vivos.

En el desarrollo de este tema debe darse prioridad al estudio de los aspectos morfológicos y funcionales fundamentales, huyendo de excesivos detalles. Es importante que el alumno conozca la localización de sus órganos, la manera de detectar desde el exterior la manifestación de las constantes vitales (temperatura, pulso, respuesta a

estímulos, etc.) y los aspectos más generales que definen las funciones de nutrición, relación y reproducción.

Deberá tenerse en cuenta, especialmente, que esta materia, por ser tan próxima y cotidiana, presenta gran atractivo para los alumnos, pero resulta a la vez difícil por el gran número de preconcepciones que deben tenerse en cuenta como punto de partida para el aprendizaje. Las preconcepciones sobre cómo se realiza el proceso de la digestión, el número de tubos digestivos que existen, cómo se produce el paso de los alimentos a la sangre, en qué consiste respirar, la existencia de sangre buena y mala, las relaciones entre el aparato urinario y el excretor en el hombre y en la mujer, etc., son muy frecuentes y han sido estudiadas por diferentes autores. Por ello, será importante en estas unidades didácticas dedicar un tiempo adecuado a detectar las explicaciones iniciales de los alumnos, para intentar, a través del proceso de aprendizaje, que algunas de ellas vayan evolucionando en la dirección más adecuada. No debe olvidarse que no es éste un asunto fácil, ya que muchas de estas preconcepciones son muy resistentes al paso del tiempo y que es bastante común que algunas de estas explicaciones infantiles sigan utilizándose en la vida adulta.

El uso de esquemas, de cuerpos clásticos, de modelos para ejemplificar los procesos, pueden ayudar a entender algunos de los aspectos antes señalados.

Puede ser conveniente tratar esta parte referida a las personas en el segundo ciclo, ya que de este modo se podría profundizar en aspectos estructurales y funcionales de carácter general de los seres vivos, o bien establecer unidades de diferente complejidad para el primero y segundo ciclos.

Otra posibilidad podría ser conectar su estudio con los problemas de salud. Unir ambos bloques y graduarlos a lo largo de la etapa *puede ser otra opción de organización adecuada.*

Las interacciones y los cambios

El *cuarto apartado* comprende el estudio de las **interacciones entre los seres vivos y el medio**, así como los **cambios** que de una manera natural o provocada se producen continuamente en la Naturaleza.

Como recurso educativo fundamental se considera necesario realizar un estudio sistemático de un medio terrestre y otro acuático, en los que se puedan estudiar los factores abióticos y bióticos que los definen y algunas de las relaciones que se dan entre ellos. El objetivo central es que el alumno conozca las características más destacadas de su propio medio: su vegetación, fauna, unidades litológicas, topografía, las masas de agua existentes, el uso más frecuente del suelo, de las rocas y minerales, así como las características climáticas que lo definen. Se pretende, además, que conozca algunos aspectos de su dinámica, de las interacciones que se producen entre sus componentes y los cambios y flujos energéticos a que dan lugar. Puede realizarse una primera aproximación al concepto de ecosistema, aunque su comprensión encierra bastantes dificultades.

Las personas y los cambios

En especial debe darse a estos contenidos un **enfoque social**. Los alumnos deben afrontar problemas reales de desequilibrio del medio, de cambios provocados de manera cotidiana por los seres humanos y, sobre todo, tomar contacto directo con las consecuencias sociales que conllevan. La difusión de conclusiones tanto en el propio centro como a nivel local, si se considera pertinente, adquiere aquí un sentido especial (además del que por sí mismo tiene el hecho de la comunicación en la Ciencia), ya que en estos casos es la educación ambiental y la defensa del medio lo que está en juego.

Por tratarse de un tema transversal y multidisciplinar sería muy adecuado diseñar proyectos para su estudio en conexión con distintas áreas como la Educación Física y las Ciencias Sociales, Geografía e Historia.

Por último, es éste un buen momento para volver a las reflexiones sobre las explicaciones que se han ido dando a través de la etapa al problema de los cambios, e intentar constatar si se ha ido evolucionando hacia concepciones más dinámicas de interpretación de los fenómenos naturales y en qué medida se han ido superando las concepciones catastrofistas, fijistas o lamarquistas.

Parecería adecuado estudiar estos contenidos con posterioridad a los que tratan sobre la descripción de los componentes abióticos y bióticos de los ecosistemas y a los referidos a la energía, los cambios químicos y los intercambios energéticos.

El estudio de las interacciones y los cambios podría realizarse en dos niveles de profundidad, lo que permitiría captar desde el principio de la etapa una concepción más dinámica de la Naturaleza. En el

primer ciclo se podrían estudiar relaciones sencillas entre seres vivos y variables ambientales como luz, humedad o temperatura, para posteriormente, en un segundo ciclo, reflexionar sobre relaciones más complejas que no son fácilmente constatables y que están en relación con intercambios energéticos de más difícil comprensión.

De la misma manera, en el primer ciclo los alumnos podrían detectar, mediante indicadores adecuados, algunos tipos de cambios como la sustitución de algunas especies vegetales por otras después de una deforestación o desplazamientos de laderas de fácil observación en las carreteras. En un nivel más avanzado estarían en condiciones de entender cambios de mayor envergadura en relación, por ejemplo, con grandes períodos de tiempo.

En lo relativo a la educación para la **salud** se ha concebido con un enfoque fundamentalmente educativo que trata de dotar al futuro ciudadano de unos conocimientos que le permitan el cuidado y la defensa de su propia salud.

Estilos de vida saludables

Es necesario colaborar desde la escuela a que se superen viejas concepciones sobre la salud y la enfermedad para sustituirlas por otras que lleven a las personas a incorporar en su mente ideas como que merece la pena realizar una "buena carrera personal de salud", y que es importante conseguir un estado de bienestar gratificante, siendo posible evitar desequilibrios irreversibles prematuros.

En esta materia de estudio las preconcepciones están fuertemente arraigadas. Las tradiciones populares han colaborado en gran medida a proponer soluciones mágicas a los problemas de salud que a veces son muy difíciles de desmontar de la mente de los alumnos. Por ello, parece importante partir de problemas concretos de salud en el entorno familiar o presentes en la comunidad, estudiando su mayor o menor incidencia y tratando de descubrir las variables que pueden haber incidido, para luego ir provocando en los alumnos el cambio conceptual adecuado que les permita sustituir interpretaciones fatalistas y soluciones mágicas por un adecuado autocuidado, y sobre todo por la adopción de un estilo de vida saludable.

El desarrollo de los contenidos de salud debe permitir al alumno entrar en contacto con el sistema sanitario de la localidad, los problemas de higiene y cuidado de los alimentos, la problemática de las drogas, el uso indiscriminado de medicamentos, etc. Pero, sobre todo, se trata de que adquiera actitudes y valores que le permitan contribuir, como ciudadano, a la consecución de una vida social más sana.

Por otra parte, al tratarse de contenidos de tipo transversal, sería de gran utilidad educativa su conexión con otras áreas a la hora de diseñar unidades.

Estos contenidos podrían parcelarse en unidades didácticas que se impartan a lo largo de la etapa con diferente complejidad. La capacidad de reflexión de los alumnos varía sustancialmente desde los doce a los dieciséis años y existen aspectos que, por su especial problemática en nuestra sociedad, deben trabajarse cíclicamente a distintos niveles, procurando no anticipar soluciones a problemas que, en un momento determinado, pueden no estar presentes en la mente de los alumnos.

Por otra parte, esta materia está relacionada con el estudio de los seres humanos. Ambos pueden abordarse conjuntamente relacionando morfología, función y adquisición de hábitos sanos, según se ha comentado con anterioridad.

La energía

El *quinto apartado* aparece conformado por un conjunto de bloques en los que la **energía se constituye en su hilo conductor**. En ellos se aborda el estudio de los tipos de energía y sus principales transformaciones; el trabajo, el calor y el movimiento ondulatorio (luz y sonido), como procesos de transferencia de energía de unos sistemas a otros; el movimiento, las fuerzas causantes de sus variaciones y especialmente las gravitatorias, relacionándolas con la energía mecánica y el trabajo; y, por último, la electricidad y sus aspectos energéticos.

Presencia en toda actividad

El concepto de **energía** condiciona la explicación de gran cantidad de procesos físicos, químicos y biológicos. De ahí que sea importante introducirlos desde los comienzos de la etapa. En un primer nivel se podrían estudiar sus cualidades tales como su capacidad de almacenamiento, de transporte y de transformación y de la relación de estas cualidades con la existencia de diferentes recursos energéticos y con la posibilidad de transformarlos en el tipo de energía adecuada para su uso. Es aconsejable abordar los procesos de transferencia de energía mediante problemas sencillos como: cambios de estado, estiramiento de muelles, caída libre de objetos, etc., en los que los alumnos pongan de manifiesto sus ideas previas. Algu-

nas de las más frecuentemente detectadas son la utilización de manera indistinta de la fuerza y la energía o el asociar la energía al combustible hasta el punto de identificarlos.

En el segundo ciclo se podría formalizar del concepto de energía y servir de nexo entre los bloques donde se plantean transformaciones energéticas de tipo mecánico y electromagnético. Conviene resaltar que todas las formas de expresión de la energía pueden reducirse a potencial y cinética y, también, los aspectos relativos a la conservación de la energía y a su degradación para producir trabajo útil.

Recursos limitados

Los estudios sobre la energía en un momento como éste, en que el desarrollo industrial ha propiciado un consumo masivo indiscriminado y que amenaza con agotar los recursos naturales, exige tomar conciencia sobre los problemas medioambientales que se están provocando, tratar de buscar salidas empezando por conocer el valor de las energías alternativas, analizando sus pros y sus contras, y sobre todo reflexionar sobre la necesidad de una gestión de recursos más razonable.

Debe tenerse en cuenta que los problemas energéticos rebasan el campo de las Ciencias de la Naturaleza, siendo hoy día problemas que condicionan decisiones políticas y económicas, por lo que a la hora de diseñar unidades sería muy conveniente contar con la colaboración de áreas como la de Geografía, Historia y Ciencias Sociales.

En el tratamiento del transporte de energía habría que considerar también el movimiento ondulatorio y establecer las diferencias entre la propagación de la energía de forma continua y sin desplazamiento de masa en las ondas, y de forma discreta y con transporte de materia en el movimiento de partículas.

El estudio del movimiento ondulatorio convendría limitarlo a la luz y el sonido y al conocimiento de sus aplicaciones en la vida diaria: en las industrias, en las comunicaciones y en la sanidad, etc. Se trataría, pues, de que el alumno adquiriese una visión global de la importancia y de la presencia de las ondas en nuestra sociedad, resaltando especialmente su función como soporte de las comunicaciones. El estudio de la luz y el sonido nos permite dar explicación a gran cantidad de fenómenos cotidianos: cómo vemos las cosas o cómo oímos su sonido son cuestiones fácilmente abordables siempre que el estudio de la luz se realice desde la óptica geométrica y limitándose a trabajar las condiciones para su percepción y las reglas más sencillas de su propagación. Es importante tener en cuenta las

ideas previas de los alumnos y, en especial, las relativas a la luz, donde los errores más característicos en esta etapa están relacionados con su propagación y su naturaleza. Es muy frecuente que los alumnos y alumnas crean que para ver un objeto los rayos deben salir de nuestros ojos. Otro preconcepto frecuente es el de considerar que los rayos de sol, al pasar por una lupa, se amplifican, lo que conlleva una concepción errónea tanto para el estudio de la óptica como desde el punto de vista energético, al no considerar el principio de conservación.

Los temas relativos al **calor y temperatura** presentan especiales dificultades para su tratamiento, dadas las múltiples experiencias superficiales y cotidianas que sobre estas cuestiones tienen los alumnos. Preconcepciones como la consideración de que la temperatura depende de la naturaleza de los objetos, que lleva a pensar que la madera es más caliente que los metales u otras cosas similares, hará difícil adquirir conceptos como el de equilibrio térmico. Es muy importante que estos temas se traten de manera muy manipulativa, que se hagan mediciones de la temperatura de los diferentes objetos de un espacio aislado, que se compruebe experimentalmente que el dar calor a un cuerpo no siempre eleva la temperatura, etc. Habría que resaltar dos ideas claves en este tema: que **la temperatura es una magnitud intensiva,** esto es, que no depende de la cantidad de sustancia, y que **el calor es la energía interna intercambiada** como consecuencia de la diferencia de temperaturas.

Pre-concepciones en la mecánica

El contenido de **fuerzas y movimientos** es uno de los más afectados por las preconcepciones de los alumnos. Los planteamientos que los alumnos suelen hacer a los problemas relativos a fuerzas y movimientos están ya bastante localizados y han sido objeto de un estudio didáctico muy pormenorizado. Algunas de las dificultades más comunes con las que chocan los alumnos y alumnas son: la diferencia entre los conceptos de masa y peso; el hecho de que las fuerzas son las causas en el cambio del movimiento de los cuerpos y no de su mantenimiento, como cabría esperar de una observación de tipo cotidiano y superficial, y el reconocimiento de que el movimiento de caída libre de los cuerpos no depende de la masa.

La reflexión sobre la sustitución de las teorías pregalileanas por las concepciones mecánicas de la Física Clásica puede favorecer el cambio conceptual de los alumnos en estas ideas.

Trabajar este tema de manera cíclica permite abordarlo en un primer momento sin utilizar fórmulas; trabajándolo de manera intuitiva y manipulativa, donde se primara tanto la observación cualitativa y la

cuantitativa como su representación e interpretación gráfica, se podrían plantear actividades de toma de datos de diferentes movimientos, el estudio experimental de los efectos de las fuerzas sobre cuerpos deformables, especialmente sobre los elásticos por dar lugar a su medida, etc. Esto permite el desarrollo de habilidades científicas básicas muy útiles para otros temas. Dentro de este tratamiento intuitivo cabría introducir la primera ley de Newton, permitiendo abordar la idea errónea de la asociación de las fuerzas con la velocidad. En un segundo nivel de profundidad habría que enmarcar estos conceptos dentro del cuerpo teórico de la dinámica newtoniana con el enunciado de las tres leyes de Newton; en cualquier caso debe plantearse de manera muy práctica y sin intentar profundizar en la tercera ley por su dificultad conceptual. Aunque se llegue a una mayor formalización y a la aplicación de fórmulas, hay que cuidar que nunca se pierda la visión intuitiva del problema y que el aparato matemático sea sencillo. La estática, el estudio de las máquinas y las fuerzas en los fluidos proporciona una excelente situación para el estudio de las aplicaciones prácticas de las fuerzas.

La **Gravitación Universal** podrá plantearse inmersa en la problemática anteriormente formulada, resaltando el papel revolucionario que tuvo la formulación newtoniana de los Principios de la Dinámica y de la Gravitación Universal, como fundamentos de una nueva concepción unificadora del Universo. Este tema habría que relacionarlo con el estudio de las concepciones que sobre la posición de la Tierra en el Universo se han planteado a lo largo de la Historia. En esta relación se tiene una ocasión clara de comprobar cómo evoluciona la Ciencia, y la influencia en dicha evolución de los condicionamientos extracientíficos producidos por la sociedad.

Condicionantes extracientíficos

La medida de las magnitudes debe adecuarse a las normas que establece el Sistema Internacional de Unidades, introduciéndose cuando se vayan precisando para medir las distintas magnitudes físicas.

Algunos contenidos del bloque de **Electricidad y magnetismo** presentan un gran interés para alcanzar, mediante el cambio conceptual, una explicación en coherencia con las teorías científicas. En especial, preconcepciones relativas a circuitos eléctricos tales como el de que la corriente se va gastando a lo largo del camino, por lo que una bombilla luciría mejor si se colocara al principio del circuito que al final obliga a plantear situaciones en las que se trate de provocar un cambio conceptual.

Los contenidos son susceptibles de abordarse en dos momentos distintos de la etapa coincidiendo con cada uno de los ciclos. En un primer nivel se podrían trabajar cuestiones relativas al carácter con-

ductor o aislante de los materiales, a la construcción de circuitos eléctricos sencillos de corriente continua y a comprobar sus efectos. También es interesante analizar las aplicaciones de la electricidad desde la perspectiva de la vida cotidiana, contemplando intercambios energéticos básicos. Al volver a retomar el tema con más profundidad, podrían estudiarse las magnitudes eléctricas, intensidad de corriente, diferencia de potencial y resistencia, resaltando las relaciones entre ellas y su medida, e introducir de manera experimental el concepto de corriente inducida.

Impacto ambiental

Estos contenidos deberían coordinarse con los del área de tecnología, pudiendo plantearse actividades como son las visitas a industrias o a centrales eléctricas, debates, etc., de manera conjunta. A su vez, se relacionan con los contenidos de energía y con los relativos a los cambios químicos que se realizan para obtener energía eléctrica. También se conexiona con los cambios introducidos por el ser humano, en cuanto que el hombre modifica el medio natural con el fin de obtener la energía eléctrica que precisa. Hay que destacar a la energía como concepto unificador de todos los sistemas de generación eléctrica.

Es aconsejable que el enfoque de las **fuentes de energía** para la obtención de electricidad sea globalizador y con incidencia acusada en cuestiones que tienen relación con la sociedad actual: valoración crítica de las distintas fuentes de energía, su consumo, problemas derivados de la no adecuada utilización, impacto en el medio ambiente, rendimiento, etc.

Procedimientos

Los procedimientos indicados en los distintos bloques conforman los procedimientos generales y básicos para la resolución de problemas científicos que se comentan a continuación. La adquisición de estos procedimientos científicos necesita graduarse adecuadamente.

Planteamiento de problemas y formulación de hipótesis

Es importante que en diferentes situaciones y contextos los alumnos formulen hipótesis razonables para explicar determinados fenó-

menos y observaciones. Para ello es necesario que se familiaricen con la detección de problemas, se formulen preguntas y comprendan la necesidad de emitir explicaciones lógicas. Estas explicaciones deben poder comprobarse y tienen que ser pertinentes en relación al problema que se trata de resolver.

Es fundamental que previamente distingan entre un dato y una hipótesis, siendo capaces de diferenciarlos en textos sencillos o en periódicos; que determinen posibles variables de las que intervienen en un fenómeno, que contrasten hipótesis diferentes para dar explicaciones a un mismo problema y que traten de identificar cuál es la más lógica entre varias teniendo en cuenta su mayor o menor consistencia.

Revisión bibliográfica

Ante cualquier problema planteado es importante que el alumno consulte diferentes fuentes para saber cuál es el estado de la cuestión. Para ello se sugiere que maneje la biblioteca escolar, consulte periódicos, revistas, enciclopedias, e incluso acuda a otro tipo de fuentes externas, como datos del municipio, estadísticas, informes meteorológicos, etc.

El diseño experimental

Para demostrar la viabilidad de una hipótesis determinada el alumno debería realizar diseños experimentales sencillos. Ello requiere que en un primer nivel detecte algunas variables que intervienen en un fenómeno, para, posteriormente, ser capaz de realizar un control adecuado de las mismas diferenciando entre variables dependientes, independientes y controladas.

El proceso de control de variables no es fácil a estas edades y debe realizarse a través de problemas sencillos donde se relacionen dos variables, para pasar posteriormente a situaciones de mayor complejidad.

Al alumno deben presentársele diseños experimentales realizados para probar una determinada hipótesis. Estos diseños deben ser analizados para verificar su adecuación a la finalidad propuesta.

Los diseños comprobatorios de leyes o de principios también son interesantes y previos en muchos casos a la realización de diseños para la comprobación de nuevas hipótesis.

Debe tenerse en cuenta que los problemas en Ciencias son a menudo muy complejos, porque existen muchas variables a considerar en un determinado problema, por lo que debe simplificarse su estudio con aproximaciones sucesivas.

Procedimientos relacionados con la observación y recogida de datos

Para iniciar al alumno en la observación es preciso definir el marco apropiado para llevarla a cabo. En un primer momento la observación puede centrarse en hechos y fenómenos muy concretos, proporcionando pautas sobre aspectos a observar e identificando los presupuestos de partida. No conviene, pues, poner a los alumnos en disposición de observar si no saben previamente qué tipo de problema deben resolver. El alumno deberá identificar lo que busca con la observación y en qué contexto lo hace. Por ejemplo, observar hojas ha de tener una finalidad explícita (identificar el árbol al que corresponden, relacionar las características de las hojas en relación al ambiente, etc.).

Observar elementos químicos muy comunes que se encuentran en los laboratorios tiene sentido si se trata de situarlos razonadamente en el Sistema Periódico según sea su comportamiento.

Realizar una observación más afinada y precisa supone que ésta se haga más compleja, por lo que resulta necesario establecer una gradación. Esto es habitual cuando se requiere la utilización de instrumentos para realizar las observaciones. Llegar a manejar el microscopio supone que previamente hayan manejado la lupa de mano y la lupa binocular, como instrumentos de observación en sus correspondientes y específicos dominios. Antes de manejar el cronovibrador para la recogida de datos espacio-tiempo de un cuerpo que se mueve conviene llegar a tomar estos datos con un cronómetro y una cinta métrica, aunque con éstos perdamos precisión.

La observación de los aspectos morfológicos externos debe preceder a la de los internos. En este sentido los procedimientos de disección deben aparecer en un nivel más avanzado de profundización.

La utilización de sistemas de representación debe graduarse también según su complejidad. Un mapa geográfico es más fácil de interpretar que un mapa topográfico, ya que la comprensión de este último requiere previamente la interpretación de planos, bloques, diagramas y maquetas. Una gráfica espacio-tiempo o velocidad-tiempo, situada en el primer cuadrante, resulta más fácil de interpretar que si abarca otros.

La observación de datos cualitativos acerca de un fenómeno es previa a la de datos cuantitativos. La cuantificación supone realizar medidas. Al comienzo de la etapa ya debe ponerse al alumno en situaciones de realizar medidas directas con aparatos sencillos, como regla graduada, cronómetro, balanza, probeta, termómetro y barómetro, que no requieren más de un paso para efectuarlas. Iniciarse en el procedimiento de medir significa conocer el instrumento apropiado para la magnitud correspondiente y utilizarlo adecuadamente. Por otra parte, es preciso que se conozca la diferencia, en cuanto a precisión, de medidas que ya se hayan realizado en la Primaria y un mayor dominio en el manejo de las escalas, unidades y expresiones numéricas.

En una segunda fase más propia del segundo ciclo, la cuantificación se centrará en la medida de magnitudes que supongan varias fases y en las relaciones matemáticas correspondientes (por ejemplo, la medida de la densidad), o bien la medida de magnitudes que supongan un grado de formalización más complejo (por ejemplo, la medida de la intensidad eléctrica con un amperímetro).

Los aspectos de la medida se recogen también desde la perspectiva de las áreas de Matemáticas y de Tecnología, por lo que puede resultar de interés desarrollar una estrategia conjunta.

Procedimientos para la organización de datos y su clasificación

Estos procedimientos son fundamentales para obtener regularidades y establecer comparaciones.

La organización de los datos deberá iniciarse con su ordenación en tablas sencillas y la construcción de gráficas, que en un primer momento pueden ser diagramas de barras y representaciones de tipo lineal. La utilización de estos procedimientos requiere que conjuntamente con el área de Matemáticas se hayan abordado los fundamentos de las representaciones gráficas.

Al final de la etapa podrá iniciarse al alumno en el procesamiento de datos mediante calculadora y ordenador, e introducir representaciones gráficas más complejas, como las de magnitudes inversamente proporcionales. A su vez, la interpretación de gráficas tiene diferentes niveles de complejidad: inicialmente se tiende a una lectura directa de datos; se pasa después a una interpretación de los aspectos generales que se deducen de la gráfica, y posteriormente se hacen matizaciones específicas. Por último, pueden llegar a definir la ley general que se deduce de dicha distribución de datos.

La organización de los datos puede llevar en paralelo la utilización de procedimientos para clasificar elementos según determinados criterios. Resulta interesante partir de las clasificaciones iniciales que hacen los alumnos para tener en cuenta los errores más frecuentes que suelen realizar: ver las repercusiones del uso de criterios subjetivos; inconvenientes del uso de criterios no excluyentes y de los irrelevantes para el problema que se trate; la no existencia de relación de equivalencia entre los elementos incluidos en una clase determinada, etc. La reflexión sobre estos aspectos es importante para comprender el sentido de la clasificación como procedimiento de organización de datos.

Para contribuir a una gradación de los procedimientos de clasificación puede resultar conveniente que al principio sea el profesor el que haga explícitos los criterios, dejando para más adelante que sea el propio alumno quien los elabore. Inicialmente deberían clasificarse objetos próximos al alumno atendiendo a criterios sencillos, mientras que en una fase posterior la clasificación atendería a criterios más complejos.

Puede ser interesante colocar al alumno ante clasificaciones ya elaboradas para que deduzca los criterios que se han utilizado.

Es importante entender la lógica clasificatoria para comprender las grandes categorías taxonómicas que maneja la Ciencia.

La elaboración de conclusiones

Las conclusiones de las experiencias deben estar apoyadas en los datos y referidas a las situaciones concretas en las que se han realizado. Debe evitarse la tendencia a generalizar las conclusiones extraídas de una situación muy concreta, error frecuente en la vida diaria fomentado, a veces, por los medios de comunicación.

Las conclusiones parciales deben contrastarse con modelos o teorías explicativas más globales, lo que posibilitaría evidenciar la dinámica de la construcción de los conocimientos científicos.

La predicción

La predicción acerca de la ocurrencia de posibles fenómenos o de la evolución de determinados sucesos constituye uno de los elementos característicos de toda teoría científica. A pesar de la dificultad que puede suponer su desarrollo en esta etapa, debería plantearse en cuestiones sencillas. Determinados temas como el tiempo atmosférico, la evolución de los ecosistemas, la modificación del medio ambiente o las propiedades de los materiales, entre otros, se prestan para poner en juego esta estrategia. El hecho de predecir determinados sucesos moviliza intensamente el conocimiento adquirido por el alumno, lo que permite contemplar esta estrategia como un elemento importante para poner de manifiesto la funcionalidad del conocimiento científico.

La elaboración de informes científicos

Desde los niveles más elementales, y cualquiera que sea la actividad del alumno, es de gran importancia enseñarle a elaborar un pequeño informe como resumen de su trabajo. Esto requiere presentar ordenadamente el proceso de trabajo, bien estructurado y acompañado de esquemas, dibujos y gráficos que lo hagan más comprensible. En él debe reflejarse claramente el problema estudiado, los presupuestos de partida, las hipótesis, el diseño realizado, las conclusiones obtenidas y las aplicaciones prácticas que se derivan, indicando las fuentes de información consultadas.

La difusión en el propio centro, o incluso en el municipio, puede ser adecuada si el problema investigado tiene repercusiones sociales o es un tema de especial interés educativo.

Actitudes

La importancia de la adquisición de estos contenidos es algo que el alumno debe percibir a lo largo de su proceso de aprendizaje a través de todas las actividades que se realicen. Para ello es funda-

mental la valoración que de las mismas haga el profesor y las actitudes que manifieste.

Al comienzo del curso es importante que el profesor y los alumnos discutan y acuerden conjuntamente algunas de las **normas que van a regir las relaciones de la clase**. Entre estas normas estarán las referentes a la organización de los espacios; a la situación del material y a las normas para su uso y cuidado; a la organización de la pequeña biblioteca y a la responsabilidad específica de los alumnos (con carácter rotativo) en el cuidado del material y de los libros.

Otro tipo de normas hacen referencia a los aspectos de **seguridad en las salidas al exterior y en la realización de experiencias en el laboratorio** (*manejo de mecheros, uso de reactivos*, etc.). Es necesario que el alumno entienda las razones de las normas de seguridad para que no se vivan como una imposición.

Actitudes personales

También deben destacarse desde el área de Ciencias los **hábitos de salud e higiene** en relación al comportamiento individual y en grupo. Es de especial importancia potenciar los hábitos relacionados con el gusto por la limpieza, una alimentación equilibrada, no consumo de drogas, visitas médicas preventivas, etc.

Es importante que los alumnos adquieran **hábitos racionales del trabajo intelectual**. Para ello conviene enseñarles a que programen su trabajo a corto y largo plazo, lo expongan por escrito y lo revisen periódicamente.

Deberán promoverse con especial énfasis las **actitudes científicas** en sus diversos aspectos. Es importante que los alumnos se habitúen a argumentar basándose en datos, a citar las fuentes de información ante cualquier afirmación, a posponer una decisión si antes no han reflexionado convenientemente, a valorar los pros y los contras de una situación, a tener en cuenta diferentes puntos de vista ante un hecho determinado, a ser tolerantes ante posturas y opiniones dispares y a detectar situaciones en las que se realicen generalizaciones inadecuadas. Todo ello contribuirá a crear una actitud rigurosa y antidogmática que permita comprender la Ciencia como algo en continua evolución. Estas actitudes, además, trascienden a las Ciencias y son parte integrante de la formación ética y moral de las personas.

El desarrollo de la **actitud crítica** debe orientarse de forma progresiva. En un principio los alumnos suelen aceptar sin discusión

todo lo que se les dice; más tarde se plantean preguntas y discuten siempre que el profesor les anime; poco a poco van aportando argumentos cada vez más consistentes y datos de su propia experiencia, contemplando otras posibles alternativas.

El desarrollo de una **actitud de curiosidad** tiene también una gran importancia. Es posible que en un comienzo los alumnos no manifiesten un gran interés y curiosidad. Una actuación adecuada del profesor favorecerá el desarrollo de esta actitud, que en principio puede ser superficial y dispersa, pero que poco a poco puede ir cristalizando en la realización de preguntas y más tarde en la búsqueda de datos que permitan aportar alguna respuesta.

Respecto de este tipo de **actitudes que ayudan a conformar la personalidad** convendría empezar al principio de la etapa por potenciar más aquellas que inciden fundamentalmente en la asunción de las propias responsabilidades del alumnado, su autoestima y sus hábitos personales de salud, así como a su acoplamiento en el grupo de compañeros. Al avanzar la etapa habría que asentar con más empeño aquellas que favorecen una mayor inserción social y un aumento de la capacidad crítica, aumentando la objetividad en las argumentaciones a la vez que la necesaria flexibilización en la adopción de posturas. Habría que potenciar también el desarrollo de actitudes de solidaridad y defensa del patrimonio natural y el uso adecuado de los recursos.

Actitudes hacia la Ciencia

Son de gran relevancia también las **actitudes hacia la Ciencia y a sus implicaciones sociales.** También en su tratamiento cabe dar unas formas diferentes al principio y al final de la etapa. Sería conveniente, al principio, realzar las aportaciones positivas de la Ciencia que han llevado a una mejora de la calidad de vida, sin dejar por ello de indicar sus limitaciones, como son las terribles enfermedades a las que no se les ha dado respuesta. A medida que se avanza en la etapa, habría que llegar a una valoración más ajustada, más crítica de la Ciencia, considerando, además de sus importantes aportaciones, sus posibles repercusiones negativas (gasto excesivo de recursos, carrera de armamentos, contaminación excesiva, etc.), y las presiones extracientíficas que muchas veces la condicionan (las dificultades que atravesó Galileo para exponer sus teorías, la utilización como arma de la energía nuclear al descubrirse en momentos de guerra...).

Para contribuir a la adquisición de este tipo de actitudes, los centros escolares deben hacerse eco de los avances de la Ciencia y de

las noticias de actualidad relacionadas con estos temas. En especial debería prestarse atención a los problemas más destacados que afecten al medio próximo, promocionando discusiones sobre ellos, tomando contacto con los organismos locales y las asociaciones de defensa de la Naturaleza, etc. Es de gran interés la participación de los alumnos en aquellas campañas adecuadas a su edad, relacionadas con la problemática del medio ambiente, como, por ejemplo, repoblaciones forestales o campañas de limpieza.

Finalmente, no debería olvidarse tampoco la solidaridad con relación a otros pueblos y países cuyos recursos son a menudo esquilmados. Los alumnos deben llegar a comprender que la Tierra es un gran ecosistema, y que cualquier modificación grave que se produzca en él afecta a todos los países.

Orientaciones para la evaluación

La evaluación es una fase más en el desarrollo del Proyecto curricular, que ha debido elaborarse teniendo en cuenta estos tres elementos: el decreto de currículo, las características especiales del centro y del grupo y las propias del área que se imparte.

Con la evaluación se pretende conseguir información sobre la práctica docente detectando los progresos y las dificultades que se van originando, y así poder introducir aquellas modificaciones en ella que, desde la práctica, se vayan estimando convenientes. Será, por tanto, una evaluación continua, no pudiéndose reducir al resultado de actuaciones aisladas ni confundirse con la calificación.

En cuanto al alumnado, como se pretende evaluar su progreso y no solamente los logros alcanzados, se requiere tener en cuenta el diagnóstico inicial o **evaluación inicial**. Con ella se trata de **averiguar el nivel de partida de los conocimientos** de los alumnos y poder así adecuar la programación a contenidos acordes con dicho nivel. La adecuación de la intervención individualizada del profesor requiere una evaluación continua durante el proceso, o **evaluación formativa**, con la que se pretende **identificar las dificultades y los avances** que se van produciendo en el aprendizaje de los alumnos. Por último, la **evaluación sumativa** tiene como fin **conocer lo que se ha aprendido y el grado** en el que se ha conseguido. Este conocimiento, junto con el de la preparación inicial, permiten saber el progreso de cada alumno.

Evidentemente evaluar el proceso de aprendizaje no sólo supone recoger datos sobre el avance de los alumnos relativos a conceptos, procedimientos y actitudes, sino que supone también evaluar todos los demás aspectos que interaccionan en él: la actuación del profe-

sor, el manejo de los materiales utilizados, las actividades realizadas, el ambiente de trabajo en clase y el grado de satisfacción en las relaciones humanas. Todo ello posibilita avanzar en la construcción de un proyecto más adecuado y en la creación de un ambiente humano más saludable.

En las orientaciones para la evaluación se van a distinguir dos ámbitos diferentes: por un lado, la evaluación del progreso del alumnado y la práctica docente, por otro. En los dos se va a tratar de dar respuesta a las tres siguientes cuestiones: *¿qué evaluar?, ¿cómo y cuándo hacerlo?*

¿Qué evaluar?

Proceso de aprendizaje

Los **objetivos generales** de las Ciencias de la Naturaleza son en último término nuestra referencia sobre el *qué evaluar*. Sin embargo, dichos objetivos, formulados en términos de capacidades, no dan lugar de manera inmediata a actividades de evaluación por ser excesivamente genéricos, pudiendo ser alcanzables desde muy diversas parcelas del conocimiento.

Una propuesta más concreta sobre el qué evaluar son los **bloques de contenidos**, en los que se recogen aquellos con cuya adquisición se pretende alcanzar los objetivos generales. De ellos, siempre dentro de los niveles de complejidad establecidos, puede evaluarse:

— La comprensión de las ideas de la Ciencia.

— El aprendizaje de la manera de hacer de los científicos.

— La adquisición de las actitudes científicas, valores y algunas normas.

Haber comprendido las **ideas de la Ciencia** implica saber:

- Utilizarlas para la explicación de hechos y fenómenos.
- Aplicarlas para dar respuestas a problemas planteados.

- Expresarlas con el lenguaje adecuado.
- Reconocerlas en diferentes situaciones.

Se entiende por **trabajar a la manera de los científicos** el manejar unos procedimientos intelectuales y unas destrezas tales como:

- Reconocer y formular problemas identificando las variables que deben ser estudiadas y las que deben ser controladas.
- Utilizar fuentes de información de forma sistemática y organizada.
- Emitir conjeturas e hipótesis compatibles con los problemas que se plantean.
- Contrastar hipótesis, que implican en determinados casos la planificación y realización de experiencias.
- Observar hechos, recoger, organizar y tratar datos.
- Elaborar conclusiones, contrastándolas con las primeras aproximaciones.
- Predecir posibles fenómenos o sucesos como aplicación de leyes y teorías generales.
- Comunicar resultados, tanto a nivel individual, mediante la realización de informes acerca de las actividades realizadas, como a nivel colectivo, utilizando diversas técnicas para su difusión.

Desde las Ciencias de la Naturaleza la adquisición de **actitudes, valores y normas** supone avanzar hacia comportamientos como son:

- Cuidar y respetar el propio cuerpo, el de los demás y a la Naturaleza en todas sus manifestaciones.
- Tener curiosidad e interés por explorar cualquier aspecto relacionado con el medio natural y mostrar una disposición receptiva y crítica ante cualquier idea o planteamiento nuevo.
- Trabajar con gusto en equipo y adoptar una actitud de colaboración y de flexibilidad en las tareas colectivas.
- Tener confianza en sí mismo y respetar y valorar a los demás.
- Adquirir hábito de trabajo y gusto por el orden y la limpieza en la presentación de las tareas.

- Ser honesto en la comunicación de las observaciones y datos científicos.
- Aceptar las normas de seguridad y actuar consecuentemente.
- Mostrar interés hacia la Ciencia y por la aplicación del conocimiento científico dentro de la sociedad.

Para comprobar en qué grado se han adquirido estas capacidades de los objetivos generales a través de los contenidos, unos indicadores adecuados, aunque no los únicos, son los **criterios de evaluación**, uno de los elementos del decreto del currículo.

Criterios de evaluación: algunas de sus características

¿Qué se pretende con los criterios de evaluación?

Con los criterios de evaluación de etapa se pretende conocer si se han adquirido unos niveles mínimos en los contenidos que implican el **desarrollo de las capacidades** indicadas en los objetivos generales. En ellos se recogen los **aprendizajes más básicos** del área, abordando los diferentes tipos de capacidades y de contenidos, aquellos aprendizajes sin los cuales los alumnos tendrían serias dificultades en seguir los grados sucesivos. No son criterios mecánicos de promoción para etapas posteriores, pero sí brindan una información útil para tomar tales decisiones. Estos criterios de evaluación no responden al qué enseñar, ya que hay contenidos de gran interés que, sin embargo, no son suficientemente básicos como para que el no haberlos adquirido dificulte el seguimiento de aprendizajes posteriores. En la redacción de los criterios y en la explicación que les acompaña para ayudar a su interpretación se muestra el **grado de adquisición** de dichos conocimientos.

Los criterios de evaluación están relacionados con los objetivos generales.

Al estar recogidas las capacidades deseables de alcanzar del currículo de Ciencias de la Naturaleza en los objetivos generales del área, los criterios de evaluación deben ser coherentes con ellos. Como ejemplo para ilustrarlo puede tomarse el segundo objetivo de etapa, que dice:

"Utilizar los conceptos básicos de las Ciencias de la Naturaleza para elaborar una interpretación científica de los principales fenómenos naturales, así como para analizar y valorar algunos desarrollos y aplicaciones tecnológicas de especial relevancia."

En él se indican dos capacidades:

- La capacidad de utilizar los conceptos básicos de la Ciencia en la interpretación de fenómenos naturales.
- La capacidad de valorar aplicaciones prácticas de los conocimientos científicos.

Varios criterios de evaluación contextualizan estas capacidades con contenidos concretos para poder ser evaluadas. Como ejemplo citamos los siguientes:

Criterios de etapa números 1 y 3:

Número 1: *"Obtener sustancias puras a partir de sus mezclas utilizando procedimientos físicos (destilación, decantación y cristalización) basados en las propiedades características de las sustancias puras, describir algún procedimiento químico que permita descomponer éstas en sus elementos y valorar algunas aplicaciones prácticas de estas técnicas."*

En la última parte de este criterio se ejemplifica la valoración de aplicaciones prácticas de los conocimientos científicos.

Número 3: *"Utilizar la Teoría Cinética para explicar algunos fenómenos que se dan en la naturaleza, tales como la dilatación, los cambios de estado y los procesos de propagación del calor y para interpretar los conceptos de presión y temperatura."*

En este criterio se están aplicando conocimientos científicos para interpretar fenómenos naturales.

Los criterios de evaluación recogen diferentes tipos de contenidos.

Los criterios tratan de que se evalúen no sólo los conceptos, sino también los procedimientos y actitudes. De hecho, en el mismo criterio suele haber referencias a más de un tipo de contenido. Como ejemplo de criterio para la evaluación de procedimientos y actitudes podrían señalarse, entre otros, el ya citado número 2 de etapa, en el

que se trata de comprobar si se manejan técnicas para la separación de sustancias puras en una mezcla y la valoración de dichas técnicas por las posibilidades de utilización. El número 29 de etapa permite comprobar la destreza en diseñar y realizar experiencias:

> Número 29: *"Diseñar y montar circuitos, respetando las normas de seguridad, en los que se puedan llevar a cabo mediciones de la intensidad de corriente y la diferencia de potencial e indicar las cantidades resultantes de acuerdo con la precisión del aparato utilizado."*

Como ejemplo de evaluación de actitudes se puede indicar uno especialmente adecuado para las actitudes hacia la Ciencia, como es el número 33 de etapa, y otro relativo a actitudes personales, como es la última parte del número 19 de etapa:

> Número 33: *"Determinar, mediante el análisis de algún fenómeno científico o tecnológico, algunos rasgos distintivos del trabajo científico, como su influencia sobre la calidad de vida, el carácter de empresa colectiva en continua revisión y algunas limitaciones y errores."*

> Número 19: *"Explicar la función coordinadora y equilibradora del sistema nervioso ante la presencia de distintos estímulos, señalar algunos factores sociales que alteran su funcionamiento y repercuten en la salud y valorar en consecuencia la importancia de adoptar un estilo de vida sano."*

A partir de ellos se pueden elaborar otros criterios.

Los criterios de evaluación de etapa tratan de servir de referencia para la elaboración de otros por parte del profesorado. Hay que tener en cuenta que los mínimos elegidos obedecen a una determinada perspectiva y, en este sentido, presentan necesariamente cierto grado de subjetividad. Por ello, el grupo de profesores, al elaborar el Proyecto curricular, tendrá que elegir cuáles son los mínimos básicos de acuerdo con las características de los alumnos del centro. También pueden elaborarse criterios de evaluación para períodos más cortos de tiempo que la etapa, como es el ciclo, el curso o la unidad didáctica. En este caso, la función de los criterios la cumplen aquellos objetivos didácticos que ahondan los contenidos más básicos.

Los otros contenidos, que permiten el desarrollo de capacidades de los objetivos generales, pero que no son necesariamente los más imprescindibles, también deben ser evaluados, para lo cual habría que elaborar otros nuevos criterios sin la característica de recoger los conocimientos básicos.

Diseño y gradación de tareas

Tal como están redactados los criterios permiten el diseño de tareas específicas que pueden ser directamente evaluadas. Los **criterios de evaluación vienen a ser organizadores para el diseño de las tareas**. Estas tareas no deben limitarse a ser una respuesta a las pruebas propuestas para este fin, sino que son parte del trabajo cotidiano. Para ejemplificarlo se presenta a continuación un criterio, el número 15 del primer ciclo, con su explicación y tres posibles tareas a que puede dar lugar.

> *"Identificar costes y beneficios de algunas modificaciones que los seres humanos hacen en la Naturaleza, justificando algunos principios de actuación para su defensa."*
>
> *Con este criterio se trata de evaluar si saben identificar diversos usos que los seres humanos hacen de los vegetales, animales, rocas, suelo, agua, como la obtención de madera y papel, alimentos, pieles; en la construcción, en la industria, etc. Además pretende conocer si saben recoger directamente o con bibliografía datos positivos y negativos de esta utilización y justificar un listado de actuaciones que promuevan un uso racional de los recursos.*
>
> Algunas **tareas posibles** para su evaluación:
>
> - Identificar los principales vegetales que usamos en nuestra alimentación cotidiana, aportando datos sobre el coste que un cultivo excesivo tiene en el suelo.
> - Calcular el gasto diario de agua que una familia consume en un mes, e indicar algunas repercusiones que en la disponibilidad de agua potable tiene un exceso de consumo.
> - Recoger datos a favor y en contra de la utilización del carbón en la generación de electricidad y justificar normativas para su utilización.

Es necesario igualmente establecer una adecuada **gradación de los contenidos para la elaboración de las tareas**. Teniendo en cuenta que los contenidos que se van a evaluar pueden encontrarse

en distintas fases de desarrollo en la mente de los estudiantes, las tareas que surgen de los criterios deben poder reflejar el grado de asimilación de dichos contenidos con el fin de conocer cuál es la *situación de cada uno de los alumnos y en consecuencia poder aportar* la ayuda adecuada.

El considerar una **graduación en el desarrollo de los contenidos conceptuales y procedimentales** puede ayudar a evaluar el estado de su comprensión en los alumnos. Teniendo en cuenta el criterio de ir de lo general a lo específico, pueden plantearse las *siguientes fases de desarrollo del contenido:*

1.ª Tratamiento muy cualitativo de hechos específicos como aplicación de un conocimiento poco elaborado y muy general.

2.ª Comprensión de las normas o leyes que rigen el comportamiento de dichos conocimientos, donde se ha podido efectuar una cuantificación.

3.ª Aplicación de los conocimientos más elaborados en contextos diferentes y pudiendo llegar a hacerse predicciones a partir de ellos.

Para ilustrarlo podría servir el siguiente ejemplo: el conocimiento de la corriente eléctrica podría, en una primera fase de desarrollo, llevar a saber deducir si un circuito va a funcionar o no antes de enchufarlo, si al hacer una conexión en serie o en paralelo de unas cuantas bombillas van a lucir mucho o poco, y, sin embargo, no es preciso conocer las leyes que relacionan las magnitudes eléctricas. Un segundo grado de profundización podría ser el conocer y comprender la ley de Ohm o la relación de la resistencia con los factores de que depende sabiéndolas aplicar de manera muy directa o en contextos ya estudiados.

Un conocimiento más profundo podría implicar el ser capaz de enfrentarse a problemas más complejos como el diseño de una sencilla instalación eléctrica de una habitación en una casa, la iluminación de un belén, etc., pudiendo predecir los aparatos, resistencias o bombillas a utilizar con datos de sus voltajes, resistencias, etc. De la misma manera, a la hora de trabajar las interacciones de los seres vivos y el medio se pueden ir planteando tareas de diferente comple-

jidad. Por ejemplo, una tarea sencilla sería: dados los regímenes alimentarios de varios seres vivos presentes en un ecosistema, realizar una cadena trófica. Un grado superior de elaboración del concepto sería el conocer y saber exponer cuál es la ley que rige el proceso de flujo energético a través de la cadena trófica.

Por último, el tercer grado aplicativo y de predicción que implica tener muy asumidos estos conceptos podría ser el deducir cuál es el nivel trófico que habría que explotar si se trata de obtener la mayor rentabilidad de un recurso alimenticio. No siempre será aceptable la introducción en las tareas de los tres grados de desarrollo aquí enunciados porque el estado del aprendizaje no haya abarcado alguno de ellos. Tampoco será imprescindible que todos los alumnos adquieran los tres niveles, aunque ya se hayan trabajado en clase.

Respecto de las **actitudes científicas y hacia la Ciencia, a los valores y a las normas**, hay que tener en cuenta que muchas de ellas son las mismas que las que se trabajaron en la etapa anterior y que las que se trabajarán en la siguiente. Lo que las adecua a esta etapa de Educación Secundaria Obligatoria es fundamentalmente el grado de su desarrollo y el diferente peso que se le da al estudio de unas o de otras. En lo relativo al grado de desarrollo podrían señalarse los siguientes niveles:

1.° Conocer las actitudes, valores y normas adecuadas para desarrollar.

2.° Ser capaz de determinar consecuencias que se derivan de mantener o no una determinada actitud.

3.° Llegar a analizar las bases en que se fundamenta la adopción de una actitud concreta.

Un ejemplo referido a un contenido concreto podría ser conocer las normas de seguridad respecto de la utilización de la electricidad como un primer paso en su asimilación. El siguiente sería conocer las consecuencias de no seguirlas, y, por último, el tercer paso en la comprensión de esta norma sería entender los fenómenos físicos que las justifican. De igual manera, respecto de la adquisición del hábito de trabajo, puede simplemente conocerse su conveniencia; se puede adoptar por el imperativo de llevar la tarea que se exige cada día, ya que si no se lleva se recibirá una mala nota, o, por último, tenerlo asumido por comprender la importancia de ese hábito en la formación personal. En Educación para la Salud se puede conocer la

conveniencia del hábito de lavarse los dientes después de las comidas; pueden conocerse los pros y contras de la utilización de dicho hábito, y, por último, puede llegar a explicar cuáles son los efectos sobre el esmalte dental de las bacterias de la boca.

Proceso de enseñanza

Habrá que evaluar aspectos como:

— Las **actividades** que se han empleado. Por su claridad, su adecuación al nivel de los alumnos; por su capacidad de motivar; por la coherencia entre lo que se esperaba de ellas y lo que de hecho han dado de sí; por la variedad en su elección de manera que permita abordar los distintos tipos de conocimientos y desarrollar diferentes capacidades.

— Los **materiales aportados**. Por la facilidad de adquisición, de utilización y de comprensión, por la ayuda que han prestado y por su variedad.

— La **actuación de los profesores**. Como promotor de actividades, como animador y asesor, como creador de un ambiente gratificante. Por su capacidad de modificar sus planteamientos iniciales a las necesidades de la clase.

— La **actuación de los alumnos**. Su implicación en el proceso, su grado de satisfacción y, por supuesto, la preparación adquirida respecto de los objetivos propuestos.

— El **trabajo de los grupos**. La organización del trabajo, el acoplamiento entre sus miembros, su capacidad para resolver los conflictos que se generan, la valoración dentro del grupo de trabajo de cada uno de sus miembros, la tolerancia...

¿Cómo evaluar?

Proceso de aprendizaje

Para su evaluación es imprescindible la **recogida de información sobre el progreso** que se va efectuando.

Conceptos

Para la recogida de información relativa al **conocimiento y aplicación de las ideas básicas de la Ciencia**, con frecuencia suelen emplearse preguntas directas; sin embargo, este método tiene el riesgo de que los alumnos contesten de forma mecánica, sin que se pueda medir su grado de comprensión. Conviene plantear situaciones en las que se requiera la aplicación de contenidos que pretendan evaluarse. Por ejemplo, si se pregunta que expliquen por qué se rompe una botella de agua en el congelador, o por qué se debe tomar fruta fresca, se está pidiendo que se apliquen sus conocimientos sobre cambios de estado o sobre las características de una dieta equilibrada.

En la medida de lo posible se pondrá al alumnado en situaciones de realizar aplicaciones y predicciones sencillas sobre la ocurrencia de determinados hechos, sucesos, fenómenos, etc., dando una justificación sobre la base de las teorías científicas en que se sustentan.

Para la evaluación de la **comprensión** y de la **expresión** pueden recogerse datos en las intervenciones de los alumnos durante las clases, cuando realizan esquemas o murales y en la redacción del cuaderno de actividades. Conviene completar su evaluación con algunas actividades específicas, como por ejemplo darles pequeños textos científicos pidiéndoles que redacten un título adecuado a su contenido y que destaquen sus ideas principales, o bien que realicen un esquema, o un resumen, presentándoles un texto científico o una noticia de periódico, y pedirles que capten alguna incongruencia en ellos, si la hubiese; presentarles varias informaciones sobre un tema determinado y solicitar de ellos que indiquen cuáles están más fundamentadas...

Para evaluar la capacidad de **utilizar estrategias en la resolución de los problemas** debe colocarse a los alumnos y alumnas ante una situación problemática que requiera la utilización de los procedimientos que se desee evaluar. Por ejemplo, que se indiquen las variables que pueden intervenir en un proceso; dado un texto sencillo en el que se describa una investigación, pedir que indiquen cuál es el problema planteado y las hipótesis que se sustentan; ante un problema que tiene varias hipótesis posibles, indicar cuál es la más correcta con relación a los datos disponibles; formular alguna hipótesis fundamentada; teniendo en cuenta una hipótesis, indicar algunas consecuencias que se derivan de ella; diseñar experiencias sencillas para investigar la relación entre dos variables determinadas; dados dos diseños experimentales, seleccionar el más adecuado para probar una hipótesis; detectar generalizaciones que no se derivan de los datos obtenidos en una investigación, etc.

Para la evaluación de procedimientos en la resolución de problemas, ya sean de papel y lápiz o trabajos prácticos, resulta especialmente útil **tenerlos parcelados**. Esto ayuda a detectar en el problema los diferentes procedimientos que se están manejando y valorar de manera positiva a los alumnos que, sin haber sabido resolver la situación problemática completamente, han empleado de manera correcta algunos de los procedimientos implicados en ella.

Ante un problema como es "la medida de una fuerza cualquiera con un muelle dado" pueden plantearse los siguientes pasos: comprobar si el muelle es elástico en el margen de fuerzas que se pretende medir; calibrarlo; construir un dinamómetro perfectamente utilizable y, por último, comunicar el trabajo a los demás con un informe bien estructurado y claro. Aunque haya alumnos y alumnas que realizan todos esos procesos, una mayoría de ellos sólo podrán resolver partes del problema; seguramente habrán sido capaces de demostrar el manejo de procedimientos como la toma de medidas, su representación, etc. El atomizar los procedimientos permite valorar más claramente lo que se ha aprendido. Éste podría, a su vez, ser un ejemplo de cómo una misma tarea puede realizarse con distintos grados de dificultad y conducir a varias situaciones finales todas ellas "aceptables".

Procedimientos

Para la evaluación de la capacidad de **utilizar fuentes de información** pueden aprovecharse las actividades realizadas en clase, observando la manera en que los alumnos buscan la información sobre un tema determinado, si conocen la organización de la biblioteca del aula o del centro, si recopilan las informaciones de los periódicos o de revistas especializadas de divulgación de Ciencia. También hay que observar si se toma la información literalmente de las fuentes y si contrastan o no diferentes informaciones sobre un tema.

La evaluación del **uso de instrumentos de laboratorio y de campo** conviene hacerla tomando notas mientras realizan las actividades. Existen muchas situaciones de aprendizaje en las que los alumnos deben determinar cuáles son los instrumentos que deben usar y utilizarlos, a su vez, adecuadamente. Es preciso observar, en estos casos, el grado de rigurosidad con que los manejan, exigiéndoles cuidado en su uso.

Para tomar notas cuando se realizan observaciones, ya sean sobre la utilización de los diferentes procedimientos, tales como los señalados en los dos párrafos anteriores u otros, de la manifestación de actitudes personales y hacia la Ciencia o del comportamiento de los alumnos dentro de un grupo, es muy útil la elaboración de

una **plantilla de observación** en la que se indique claramente cada uno de los puntos en los que se va a prestar atención en su evaluación. De esta manera las anotaciones son instantáneas y se pueden ir realizando durante la marcha de la clase.

Actitudes

El principal instrumento para la **evaluación de actitudes** es la **observación directa** de situaciones determinadas en que es más propicia su manifestación. En dicha observación se deben tener en cuenta aspectos tales como:

— *Los hábitos de trabajo:* si programa las fases para la realización de una tarea, si las finaliza en el tiempo previsto y si revisa su trabajo personal y colectivo después de las puestas en común o si lleva al día el cuaderno de actividades.

— *El cuidado y respeto por el material de uso en clase:* en qué condiciones conserva el material que le ha sido asignado a él o ella o a su grupo, teniendo en cuenta si ha adquirido el hábito de dejar perfectamente colocados los materiales en su sitio, si cumple las normas de seguridad, etc.

— *Las actitudes de iniciativa e interés en el trabajo:* la participación en la programación y realización de actividades de aula y extraescolares, la intervención en los debates y en las puestas en común o en cualquier otro momento oportuno del transcurso de la clase.

— *Autoconfianza y respeto hacia los demás:* con qué convicción argumenta las opiniones personales, si atiende a las razones de los demás, si no se producen descalificaciones globales, si se aceptan las correcciones y se modifican los planteamientos.

— *Honestidad en las comunicaciones:* si no se falsean los informes para que salga lo que el profesor espera, si se aceptan posibles errores con el consiguiente trabajo posterior, si se buscan argumentos para los resultados reales, etc.

— *Interés hacia la Ciencia:* la aportación a la clase de las noticias de los diarios, revistas u otros medios de comunicación relativas a las implicaciones sociales de la Ciencia, la crítica argumentada de los logros o los problemas que se producen por ella, etc.

Esta recogida de datos se puede mejorar mucho, como ya se ha dicho, con una **plantilla de observación** en la que se indique cada uno de los conceptos a evaluar. Para completar las observaciones

sobre las actitudes se pueden realizar entrevistas individuales, en grupos o tests. Sin embargo, las entrevistas, aunque pueden conseguir resultados interesantes, no son factibles de realizar si no sólo esporádicamente, ya que el número de alumnos por aula lo hace inviable como procedimiento general. Los tests, aunque no presentan este problema del número de alumnos, no son fáciles de elaborar y presentan la dificultad de que los estudiantes responden a ellos influidos por la interpretación que hacen del propósito del test.

La evaluación del **trabajo en grupo** puede realizarse haciendo observaciones durante las actividades en grupo encaminadas a detectar:

— Si desarrolla una tarea particular dentro del grupo.

— Si respeta las opiniones ajenas sin tratar de imponer las suyas.

— Si acepta la disciplina del grupo, tanto en el reparto de tareas y responsabilidades como en la toma de decisiones finales.

— Si participa activamente en los debates y en la redacción y corrección final de los trabajos del grupo.

— Si enriquece la labor colectiva con sus aportaciones.

— Si se integra en el grupo dispuesto a aprender de los demás y presta ayuda a los compañeros en lo que pueda.

Los componentes del grupo deberían realizar una evaluación propia y de los demás compañeros acerca de su funcionamiento y eficacia.

Otro elemento fundamental para la recogida de información es el **cuaderno de trabajo del alumno**. En él deben quedar reflejadas todas las fases de los trabajos encomendados: presentación, documentación, desarrollo, conclusiones parciales, puestas en común, sugerencias y conclusiones finales. Asimismo, deben anotarse los apuntes tomados en clase y todo tipo de actividades realizadas: ejercicios y problemas, resúmenes, comentarios de texto, conclusiones de las puestas en común, etc.

Del cuaderno de trabajo se podrá obtener información sobre:

— La expresión escrita.

— La comprensión y el desarrollo de actividades.

— El uso de fuentes de información.

— Los hábitos de trabajo.

— La presentación (organización, limpieza, claridad).

La revisión del cuaderno de trabajo deberá realizarse **periódicamente**, sobre todo al principio, e irá acompañada de entrevistas ocasionales con los alumnos cuando se estime conveniente.

El profesor debería dar las instrucciones sobre cómo plantear el cuaderno de trabajo de forma clara, de manera que el guión de las instrucciones sirva para su corrección. Los alumnos y las alumnas deben tener siempre claro cuáles son los criterios para dicha corrección.

Conviene realizar periódicamente para tomar datos **pruebas de papel y lápiz** teniendo en cuenta que constituyen solamente un elemento más en el proceso de evaluación.

Estas pruebas, dentro de la evaluación, pueden servir de complemento a los demás apartados, pero en ningún caso tienen validez de forma absoluta cuando se presentan aisladas.

Por otra parte, las pruebas son importantes porque el alumno se encuentra solo ante los problemas que debe resolver, y esto le hace tomar conciencia de sus avances y dificultades.

Dentro de esta categoría de pruebas es recomendable realizarlas de todo tipo. Pueden ser especialmente adecuadas:

- Las denominadas pruebas objetivas o de respuesta cerrada. La gran ventaja de estas pruebas es su fácil administración y corrección y la posibilidad de pasarlas varias veces incorporando pequeños cambios en el orden. El mayor inconveniente está en la dificultad de elaboración para que presenten una **validez y fiabilidad** (en su significación estadística) aceptables.
- Las pruebas de cuestiones abiertas de respuesta corta son especialmente indicadas para las tareas de conocimiento, comprensión y aplicación. Tienen menos dificultad en su planteamiento que las anteriores, pero son más laboriosas para corregir.
- Las pruebas de cuestiones de ensayo, como son las de resolución de problemas, comentarios de texto, presentación de un tema, etc. Generalmente son extensas, lo que requiere capacidad de organización, de secuenciación de síntesis, etc. Son pesadas para corregir y dicha corrección presenta un gran componente de subjetividad. Sin embargo, tienen gran interés, pues permiten conocer la madurez de los alumnos y evaluar la expresión.

Posteriormente el profesor debe analizar rigurosamente los resultados, detectar los conceptos mal comprendidos y las habilidades y actitudes que deben ser reforzadas. Cuando las pruebas son extensas, para evitar lo más posible la subjetividad, conviene preparar protocolos o guiones de corrección que el alumnado debe conocer. Antes de preparar las plantillas de corrección conviene observar las contestaciones que van apareciendo, y a partir de ellas, y del esquema de partida del profesor o profesora, habrá que prepararlo. Cuanto más detallado sea el esquema elaborado para la corrección, más objetiva será ésta.

Es fundamental que las pruebas que se realicen, y en general todo el material que se lleva para corregir, **se devuelva corregido lo antes posible**. El momento de la devolución es especialmente propicio para intercambiar opiniones con los alumnos sobre sus avances y dificultades. Habrá que tener prevista la manera concreta en que estas últimas pueden superarse recomendando varias actividades, alguna lectura, la repetición de alguna práctica, organizar clases de recuperación, etc. No se debe dejar de **valorar todo lo positivo** que haya en los trabajos, pues, como se sabe, una de **las principales motivaciones de las personas es el éxito en la tarea**. Los datos obtenidos de las pruebas son fundamentales para comprobar la eficacia de la programación diseñada y, consecuentemente, afianzarla o reconducirla en la dirección adecuada.

Cualquiera de las **actividades realizadas en clase** puede ser evaluada; de esta forma los alumnos se acostumbrarán a que el trabajo que realizan cada día es parte del proceso de evaluación continua, estimulándose así en la adquisición del hábito de un trabajo diario y sistemático.

Auto y coevaluación

La **autoevaluación** del alumno supone una importante recogida de datos respecto a la valoración que es capaz de hacer de sí mismo y de las tareas que realiza. A menudo los alumnos de esta etapa, que coincide con la fase de la adolescencia, no tienen aún una imagen demasiado ajustada de sus propias posibilidades, bien por ser a veces demasiado optimistas o, por el contrario, por caer en pesimismos desorbitados. Contrastar las opiniones del profesor con las del propio alumno puede ser muy educativo, a la vez que se consigue modificar, además, preconcepciones del propio profesor y colaborar a la adquisición de una imagen más ajustada a la realidad del propio adolescente.

La **coevaluación** se puede realizar de diferentes maneras y en distintos momentos dentro del grupo en que cada uno de los compo-

nentes evalúa a los demás y a sí mismo. En esa actividad tiene que utilizar y hacer explícitos unos criterios que tendrá que justificar, ayudándole a mejorar su capacidad de evaluación. Pueden autoevaluarse los alumnos también, corrigiéndose unos los ejercicios de los otros aplicando los criterios dados por el profesor. El evaluar ejercicios dudosos para el profesor puede ayudar a los alumnos y a las alumnas a ver la dificultad que presenta muchas veces tomar determinadas decisiones. La coevaluación puede ayudar al alumno a entender mejor los mecanismos del aprendizaje y a implicarse más en la marcha de la clase, sobre todo si se llegan a negociar algunos de los criterios que hay que tener en cuenta en la corrección.

Proceso de enseñanza

Para la recogida de información sobre la práctica docente se va a diferenciar entre la que le sirve al profesorado para analizarla individualmente y la que puede conseguir para la reflexión sobre su práctica docente con la aportación de otras personas.

Aportaciones propias para la reflexión

— El **diario del profesor**, en el que se puede ir anotando día a día la contrastación entre el trabajo planteado y el que en realidad se ha podido hacer, las incidencias que surjan en la clase, el ambiente creado, el interés inesperado que una actividad ha provocado o el desinterés de otra de la que se tenían grandes expectativas, la falta de acoplamiento de algún alumno en su grupo de trabajo, en la clase con el resto de los compañeros, etc.

— La **programación** como referencia, con el fin de ir comprobando si las variaciones que ha ido sufriendo la realización de dicha programación han sido fruto de la evaluación del proceso o han sido otros los condicionantes.

— Y, por supuesto, toda **evaluación de los alumnos** aporta información sobre hacia dónde deben programarse los cambios en la actividad docente para mejorar su aprendizaje.

— La **autoevaluación** del profesor no puede faltar siempre que suponga una reflexión sobre puntos esenciales de la práctica docente, como son: si se han puesto los medios para conse-

guir los objetivos programados, si se han hecho descalificaciones globales, si se aceptan las críticas de los alumnos, si se han propuesto alternativas para solucionar fallos, si se conocen algunas características personales de los alumnos que influyan en su rendimiento y su nivel de desarrollo, si se valoran por igual las destrezas intelectuales y las manuales, etc.

Aportaciones externas para la reflexión

— Los **cuestionarios** de evaluación relativos a la práctica educativa propuestos a los alumnos y alumnas. En ellos pueden indagarse las actividades y los materiales utilizados, la actuación de los profesores, de los alumnos como gran grupo y la de los pequeños grupos que se forman para la realización de trabajos. La indagación iría dirigida en el sentido señalado en el *qué evaluar.*

— **La observación externa** de la marcha de la clase. Ésta puede producirse por parte de otro profesor, que podría ser un compañero de seminario, por parte de los alumnos, o por un observador externo de fuera del seminario de manera ocasional.

— La **coevaluación del profesor** junto a los **alumnos** y con los **compañeros de seminario**. La coevaluación con los alumnos puede hacerse tras valorar los cuestionarios propuestos o en cualquier momento que se vea necesario. Es muy importante también el criterio de otros profesores, pues, además de dar la visión de personas bien preparadas, facilita el hacer una labor de conjunto en los seminarios. Para la coevaluación por parte de otros profesores es conveniente ir unos a las clases de los otros.

¿Cuándo evaluar?

Respecto al alumnado y a la práctica docente

Una **evaluación inicial** del alumno al **principio de curso**, que podría plantearse con los "criterios de evaluación" del período anterior, con los de Primaria en el primer ciclo de la Secundaria Obliga-

toria, con los del primer ciclo de Secundaria Obligatoria en el segundo ciclo o, por supuesto, con otros instrumentos diferentes. Esta evaluación permite afinar en un primer momento una programación que necesariamente debe estar hecha. Sin embargo, **al principio de cada unidad didáctica** deberá plantearse de nuevo la evaluación de diagnóstico para abordar esos contenidos concretos. Se pretende con ella obtener datos del nivel de elaboración en que se encuentran los contenidos que se van a tratar y, a la vez, surgirán algunos de los preconceptos relativos a la unidad. Cuando se planteen situaciones problemáticas en el desarrollo de la unidad volverán a surgir esas representaciones de los alumnos además de otras.

La **evaluación formativa se desarrolla a lo largo de todo el proceso de aprendizaje**, no pudiendo asignarle una temporalización concreta, aunque habrá ciertos momentos especialmente adecuados para la recogida de información. Algunos de estos momentos podrían ser: la recogida de los cuadernos, la realización de pruebas de papel y lápiz, una intervención en clase, al final de algunas actividades especialmente relevantes... Pueden ser relevantes por requerir la utilización de procedimientos científicos en los que se está incidiendo, como puede ser el diseño de una experiencia, por permitir la evaluación del cumplimiento de normas de seguridad en el manejo de aparatos de laboratorio o por presentarse una situación especialmente rica para la observación de actitudes, como puede ser un debate, una salida del centro, etc.

La **evaluación sumativa** se realiza **al final de un proceso**, ya sea de una unidad didáctica o de todo el curso. Esta evaluación trata de dar respuesta a cuál ha sido el progreso de los conocimientos e indicar el grado de aprendizaje en que se encuentra el alumno o la alumna. Por supuesto esta evaluación no se puede producir como consecuencia de un examen exclusivamente, sino de los datos que se van recogiendo en todo el desarrollo del proceso de aprendizaje.

La evaluación de la **práctica docente** es pareja a la de los alumnos, ya que se produce como consecuencia del resultado de ella. Es importante, sin embargo, reservar un tiempo regularmente para dicha evaluación, que puede coincidir con la finalización de unidades didácticas. Cuando el profesor detecta que las cosas "van mal" es conveniente hacer la evaluación aunque no estuviese programada.

Ciencias de la Naturaleza

Guía Documental y de Recursos

Autores: Aureli Caamaño Ros
Teresa Correig Blanchar
Arantza Hueto Pérez de Heredia

Coordinación: Ana M.ª Cañas y Juana Nieda, del Servicio de Innovación

Índice

Páginas

Introducción

Con la presente *Guía documental y de recursos* del área de Ciencias de la Naturaleza tratamos de poner en manos del profesorado de Educación Secundaria Obligatoria una guía que le permita actualizar sus conocimientos sobre aspectos disciplinares y de enseñanza y aprendizaje de la materia y, además, facilitarle una serie de recursos (revistas, audiovisuales, direcciones, etc.) que le ayuden en la elaboración de Proyectos curriculares y Programaciones que demanda la reforma educativa en curso.

La guía consta de tres grandes apartados: *Material impreso, Recursos materiales* y *Otros datos de interés*.

Dentro del **Material impreso** incluimos "Libros sobre el contenido disciplinar del área", apartado que recoge bibliografía relativa a las Ciencias en general, Física, Química, Biología y Geología; también libros sobre la Historia, Filosofía y Sociología de la Ciencia. Hemos seleccionado obras básicas que, a su vez, incluyen bibliografía que facilita la ampliación de los aspectos que más interesan.

A continuación nos referimos a "Libros y revistas para la enseñanza y el aprendizaje": didáctica de las Ciencias, aspectos relativos a la Ciencia integrada y a la Tecnología en relación con la sociedad, trabajos prácticos, resolución de problemas, cuestiones relativas a la evaluación del área, etc.

En "Materiales de aula" se recogen diversos recursos para trabajar en la etapa (de los doce a los dieciséis años), algunos materiales especialmente interesantes elaborados en los últimos años y un conjunto de libros destinados a facilitar la realización de actividades propias del área.

Hemos de apuntar que se trata, en este caso, de un material de incipiente difusión y, por tanto, no siempre de fácil adquisición.

Los "Libros de biblioteca" constituyen otro gran apartado en esta guía. Afortunadamente hoy ya es muy amplia la oferta editorial en este campo, por lo que, es relativamente fácil organizar la biblioteca de aula, del centro, e incluso la propia de cada alumno o alumna y del profesorado.

Terminamos esta primera parte de la guía con una relación de las publicaciones periódicas más interesantes del mundo educativo. Se trata de publicaciones, tanto de carácter específico como general, que incluyen experiencias didácticas y reflexiones teóricas que pueden ayudarnos mucho en nuestro quehacer.

La segunda parte de esta guía se refiere a los **Recursos materiales** y consta de varios apartados, insistiendo fundamentalmente tanto en materiales audiovisuales como de soporte informático.

La tercera parte de la guía se refiere a **Otros datos de interés** y básicamente incluye direcciones de organismos diversos que pueden facilitarnos información sobre temas de actualidad, material didáctico específico, colaboración en charlas y conferencias, etc. Nos referimos a asociaciones de diverso tipo, museos, etc.; también a los organismos oficiales (Ministerios, etc.) y a otros organismos como editoriales y casas comerciales, etc.

Para terminar, queremos dejar constancia de que esta *Guía documental y de recursos* no recoge todo el material existente sobre el área de Ciencias de la Naturaleza, sino que es una selección de lo que conocemos y nos parece más interesante y accesible, y siempre orientado a facilitar el trabajo diario del profesorado de Educación Secundaria Obligatoria en la elaboración de sus Programaciones y Proyectos curriculares.

Material impreso

Libros sobre el contenido disciplinar del área

Ciencias

- Open University. *Curso Básico de Ciencias*. Bogotá/Madrid: McGraw Hill. Latinoamericana, 1974.

Curso desarrollado por la *Open University* para la enseñanza a distancia, de una gran claridad expositiva, que explicita en muchas ocasiones la evolución histórica de los conceptos y teorías. Intercala en el texto un gran número de cuestiones y actividades de interés. El curso consta de 34 unidades, algunas de carácter general (la naturaleza de la Ciencia, la medición, Ciencia y sociedad) y otras de carácter más disciplinar (La tabla periódica y los enlaces químicos, células y organismos, El campo magnético, La Tierra: su forma, estructura interna y composición, etc.). Gran parte de los contenidos son apropiados para alumnos de 3.° de Bachillerato y C. O. U.

Física

- ALONSO, M., y FINN, J. *Mecánica*. México: Fondo Educativo Interamericano, 1970.

- ALONSO, M., y FINN, J. *Física. Campos y ondas*. México: Fondo Educativo Interamericano, 1970.

- ALONSO, M., y FINN, J. *Física. Fundamentos cuánticos y estadísticos*. México: Fondo Educativo Interamericano, 1970.

Textos excelentes para aprender Física a un nivel universitario.

- ALONSO, M., y ROJO, O. *Mecánica y Termodinámica*. México: Fondo Educativo Interamericano, 1979.

- ALONSO, M., y ROJO, O. *Física. Campos y ondas*. México: Fondo Educativo Interamericano, 1981.

Una introducción a la Física a un nivel riguroso, pero lejos del formalismo matemático excesivo de muchos libros de C. O. U. El nivel es aproximadamente el de un curso de orientación universitaria.

- GIANCOLI, D. C. *Física. Principios y aplicaciones*. Barcelona: Reverté, 1985.

Contiene una visión completa de los conceptos básicos de la Física con una gran cantidad de ejemplos tanto de la vida cotidiana como de diversos campos del saber (medicina, arquitectura, tecnología, medioambiente, etc.). Las matemáticas que emplea son sencillas.

- HALLIDAY, D., y RESNICK, R. *Fundamentos de Física*. México/ Barcelona: CECSA, 1978.

Un curso introductorio de la Física a nivel universitario, que constituye un compendio de la obra anterior de los mismos autores, *Física*, editada también por la editorial CECSA. Un enfoque conceptual y riguroso, y una colección muy interesante de cuestiones y problemas seleccionados, hacen de este libro un excelente texto clásico de Física.

- HOLTON, G. *Introducción a los conceptos y teorías de las Ciencias Físicas*. Barcelona: Reverté, 1988.

Una revisión actualizada, realizada por S. G. Brush, del libro *Conceptos y teorías de la Física*, del historiador de la Ciencia Gerald Holton, publicado en 1952. Tal libro constituyó el primer texto de Física que hizo uso de la Historia y de la Filosofía de la

Ciencia para presentar, tanto al estudiante de Humanidades como al estudiante especializado en Ciencias, una exposición de la naturaleza de las Ciencias Físicas.

- PSSC. *Física* (3.ª ed., dos volúmenes). Barcelona: Reverté, 1975.

La tercera revisión del famoso proyecto de Física americano de los años sesenta, producido por un comité para la Enseñanza de las Ciencias Físicas, en el que colaboraron prestigiosos científicos y profesores de Enseñanza Secundaria, con el objetivo de mejorar la comprensión de los conceptos y las teorías Físicas.

Existe una versión para alumnos de primer curso de Universidad (*Física PSSC*; Reverté, 1970), cuyos contenidos parten de la segunda versión del proyecto anterior, pero al que se han añadido algunos temas avanzados.

- TIPLER, P. A. *Física* (dos volúmenes). Barcelona: Reverté, 1978.

Una presentación actualizada de los conceptos y teorías de la Física a nivel universitario, con una extensa colección de ejercicios y problemas bien estructurada y con lecturas de carácter histórico y tecnológico. Existe un volumen adicional sobre Física Moderna.

Química

- CANE, B., y SELLWOOD, J. *Química elemental básica* (dos volúmenes). Barcelona: Reverté, 1975-78.

Dos textos de Química inspirados en el Curso de Química Básica Nuffield, para alumnos de edades comprendidas entre los once y los quince años. Muy adecuados para introducirse a los conceptos químicos básicos precisos para la enseñanza de la Ciencia a estos niveles.

El proyecto consta de un tercer volumen, el cual aborda la Química de los elementos y los cálculos estequiométricos, que no ha sido traducido por la Editorial Reverté.

- DICKERSON, R. E. *Principios de Química* (dos volúmenes). Barcelona: Reverté, 1983.

Un clásico entre los libros de Química general de nivel universitario. Hay varios capítulos que pretenden introducir al lector a las diferentes áreas de la Química: inorgánica, nuclear, orgánica y bioquímica. Se intenta situar, a lo largo de todo el libro, a la Química en su marco histórico y cultural. En esta tercera edición se ha mejorado la estructuración de los primeros temas y se utilizan ya unidades del Sistema Internacional.

- GILLESPIE, R. J. *Química*. Barcelona: Reverté, 1990.

Es uno de los últimos libros de Química destinado a los primeros cursos de la Universidad. Muestra una nueva concepción del currículo norteamericano en el que plantea temas de descriptiva entre los considerados clásicos de equilibrios, electroquímica, etc.

- MOORE, J. W.; COLLINS, R. W.; DAAVIES, W. G. *Química*. Madrid: McGraw Hill Internacional, 1982.

Un texto de Química de la Universidad de Michigan recomendable por una gran variedad de motivos: su excelente estructuración y secuencia de contenidos, su tono discursivo, que prima lo conceptual y lo cualitativo antes que lo cuantitativo, y la acertada elección de los ejemplos dados y de las cuestiones propuestas. Todo ello hace de él un texto que, aunque escrito para alumnos de primer curso de Universidad, puede ser de enorme utilidad a estudiantes de C. O. U. o profesores de Ciencias que quieran adentrarse en los conceptos y las teorías químicas a este nivel.

- NUFFIELD FOUNDATION. *Química. Manual para profesores*. Barcelona: Reverté, 1972.

Este manual, correspondiente al conocido proyecto inglés Química Básica Nuffield para alumnos de catorce a dieciséis años, puede constituir un excelente texto donde aprender a profundizar en los hechos y conceptos de la Química y en los principios de una didáctica de la Química de tipo heurístico.

A pesar de los años, que se notan en algunos aspectos de nomenclatura hoy obsoletos, como por ejemplo el uso del término átomo-gramo, es un manual que continúa siendo de un gran valor

formativo, en especial en los aspectos estructurales y termodinámicos de la Química.

- NUFFIELD FOUNDATION. *Química avanzada* (dos volúmenes). Barcelona: Reverté, 1974-75.

El curso de Química avanzada de la Fundación Nuffield para alumnos de diecisiete-dieciocho años, publicado en Inglaterra en 1970, puede utilizarse como un texto de lectura que permite proseguir con lo expuesto en el *Manual de profesores de la Química Nuffield Básica*, con una filosofía heurística similar. Las cuestiones son muy interesantes.

Existe una revisión del año 1975 que no ha sido traducida al castellano.

- O'CONNOR, P. R. y otros. *Química: experimentos y teorías*. Barcelona: Reverté, 1977.

Esta obra es un descendiente directo del proyecto CHEM Study (*Chemical Education Material Study*), patrocinado por la Fundación americana *National Science Foundation*, que durante los años sesenta apoyó el esfuerzo creativo de un equipo de profesores y expertos para mejorar los materiales dedicados a la enseñanza de la Química.

El texto hace hincapié en la experimentación, utilizando el trabajo de laboratorio como base para la explicación y desarrollo de las teorías. Es una versión más simplificada que los proyectos CHEM iniciales, y, por tanto, muy apropiada para introducirse en la comprensión de, la naturaleza de los métodos químicos y de las teorías Químicas a un nivel que podríamos situar entre el 3.° de B. U. P. y el C. O. U. actuales.

- PIMENTEL, G. C., y SPRATLEY, R. D. *Química razonada* (dos volúmenes). Barcelona: Reverté, 1978.

Un curso de Química universitario que hace un gran énfasis en los aspectos conceptuales, escrito con un estilo ameno y desenfadado. El nivel es más alto que el del resto de textos universitarios citados.

Biología

- ALBERTS, B., y otros. *Biología molecular de la célula*. Barcelona: Omega, 1987.

Es un libro actualizado de Biología celular en el que se tratan, además de los temas clásicos de morfología y fisiología celular, otros menos frecuentes en los tratados de citología como la Biología del desarrollo, la inmunobiología y la neurobiología.

- CURTIS, H. *Biología*. México: Panamericana, 1985.

La evolución es el tema que da unidad a este libro de Biología general. Aunque está dirigido a alumnos de un nivel universitario elemental, puede ser fácilmente utilizado por alumnos de Bachillerato y C. O. U.

- FONT, I., y QUIER, P. *Iniciación a la Botánica (Morfología externa)*. Barcelona: Fontalba, 1986.

Se trata de un libro de morfología vegetal básico para la descripción e identificación de las plantas. Está escrito en un lenguage asequible no sólo para profesores y estudiantes universitarios, sino también para alumnos de Secundaria.

- GUYTON, A. C. *Tratado de Fisiología Médica*. México/Madrid: McGraw-Hill Iberoamericana, 1986.

Un completo tratado de Fisiología humana para alumnos universitarios de Medicina, Biología y Farmacia. Hace fundamentalmente hincapié en los sistemas de control del organismo.

- LACADENA, J. R. *La Genética. Una narrativa histórico-conceptual*. Madrid: Alhambra Ciencia, 1986.

Este libro de divulgación científica, adecuado para alumnos de C. O. U., presenta una perspectiva histórico-conceptual de la Genética en cuatro capítulos: "Los orígenes de la Genética", "El material genético", "Genética y evolución" y "Genética y sociedad". El autor tiene publicado un tratado de Genética para alumnos universitarios publicado por A. G. E. S. A.

- MARGALEFF, R. *La Biosfera, entre la termodinámica y el juego*. Barcelona: Omega,1980.

Este libro, con un enfoque más naturalista que de Ecología teórica según su autor, se basa en seis conferencias pronunciadas en un "Workshop on Teoretical Ecology" celebrado en Australia en 1978. Margaleff es autor, entre otros libros, de un tratado muy conocido de Ecología para alumnos de nivel universitario publicado por la misma editorial.

- STRASBURGER, E. *Tratado de Botánica* (7.ª edición). Barcelona: Omega, 1990.

Un libro clásico de Botánica para alumnos universitarios, revisado y completado en las últimas ediciones introduciendo aspectos de bioquímica, fisiología, evolución y geobotánica.

- WEISZ, P. *La Ciencia de la Zoología*. Barcelona: Omega, 1981.

Se trata de un libro de Zoología general a un nivel universitario elemental. Está dividido en dos partes: en la primera se analizan los fundamentos generales de la vida animal desde la escala molecular a la planetaria y en la segunda se realiza un estudio sistemático de los diferentes grupos de animales.

Geología

- AGUEDA, J., y otros. *Geología*. Madrid: Rueda, 1983.

Es un tratado general de Geología en el que después de analizar la evolución de los conocimientos geológicos, se presentan dichos conocimientos a la luz del paradigma de la tectónica de placas.

- ALONSO, M. A., y SESÉ, C. *Historia de la Tierra y de la vida*. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales, 1988.

Las autoras presentan una visión general de la historia de la Tierra y de los seres vivos. El libro está ilustrado con esquemas muy clarificadores, gráficos y fotografías.

- ANGUITA, F.; MORENO, F. *Geología, procesos internos*. Zaragoza: Luis Vives (Colección Edelvives Universidad/Formación de Profesores), 1978.

- ANGUITA, F.; MORENO, F. *Geología, procesos externos*. Zaragoza: Luis Vives (Colección Edelvives Universidad/Formación de Profesores), 1980.

En estos dos libros se propone una aprendizaje activo de las Ciencias de la Tierra. Con este fin se intercalan en el texto una serie de problemas, párrafos de discusiones geológicas y ejercicios prácticos.

En el *primero* se desarrollan los procesos que se originan en el interior de la Tierra (magmatismo, metamorfismo, tectónica), la incidencia que éstos tienen en la evolución de la superficie terrestre y cómo todos ellos se interrelacionan en el marco de la teoría de la tectónica de placas.

En el *segundo* se desarrollan los procesos que nos ayudan a comprender los problemas que aparecen en los límites de la atmósfera con la hidrosfera y con la tierra sólida.

- ANGUITA, F. *Origen e historia de la Tierra*. Madrid: Rueda, 1988.

Los contenidos de este libro se basan en tres pilares fundamentales: la tectónica de placas, la perspectiva planetaria y la interacción atmósfera-litosfera-biosfera. Todo ello situado en el marco de un profundo cambio filosófico que está modificando la forma de ver la historia de este planeta: la filosofía gradualista está cediendo parte del terreno a la alternativa neocatastrofista, que en muchos casos parece capaz de proporcionar explicaciones más realistas de los procesos geológicos.

- CASTRO, A. *Petrografía básica*. Madrid: Paraninfo, 1989.

Este libro se centra en el estudio de las rocas: textura, clasificación y nomenclatura, tanto de las sedimentarias como las de origen interno.

- DERRAU, M. *Las formas del relieve terrestre*. Barcelona: Toray-Masson, 1977.

Este libro se centra en el estudio del relieve de las tierras emergidas. Es un buen resumen de un conocido libro de geomorfología del mismo autor.

- LAMBERT, D., y DIAGRAM GROUP. *Guía Cambridge de la Tierra*. Madrid: EDAF, 1989.

Este libro proporciona una clara y extensa guía de los elementos y procesos que forjaron nuestro planeta. Contiene una ingente cantidad de ilustraciones, esquemas y mapas que ayudan al lector a comprender importantes conceptos.

- MELÉNDEZ, B., y FUSTER, M. Geología. Madrid: Paraninfo, 1978.

Un texto clásico en el que se trata de forma descriptiva la mayor parte de los aspectos geológicos. Ha servido para introducirse en el conocimiento de la Geología a una gran parte de los profesores de Ciencias Naturales.

- SCOTT, J. *Introducción a la paleontología*. Madrid: Paraninfo, 1975.

Un texto de una gran claridad expositiva, que empieza explicando cómo se formaron los fósiles, para abordar a continuación la aparición de la vida sobre el planeta. Se enumeran las formas de vida fosilizada a lo largo de los periodos geológicos.

Historia, Epistemología y Sociología de la Ciencia

Historia de la Ciencia

- ASIMOV, I. *Breve historia de la Química*. Madrid: Alianza, 1975 (última edición, 1982).

Una historia de la Química escrita por el famoso divulgador de la Ciencia Isaac Asimov. La obra pasa revista con un estilo ameno a los principales momentos del desarrollo de la Química, desde las anti-

güedad hasta nuestros días. Una obra apropiada para una primera introducción a la historia de la Química.

- BERNAL, J. D. *Historia social de la Ciencia*. (dos volúmenes). Barcelona: Península, 1967.

Una de las primeras obras que abordaron los aspectos sociales de la Ciencia en su análisis histórico, es decir, la interrelación existente entre las teorías científicas, el resto de nuestros conocimientos y el nivel de desarrollo socioeconómico de la sociedad.

- BERNAL, J. D. *La proyección del hombre. Historia de la Física clásica*. Madrid: Siglo XXI, 1975.

Este libro recoge una serie de conferencias sobre la historia y la naturaleza de la Física experimental pronunciadas por J. D. Bernal para estudiantes de un primer curso de Física universitario. De lectura agradable y bien ilustrado. Puede constituir una buena obra de referencia sobre la historia de la Física clásica para los profesores de Ciencias.

- DERRY, T. K., y WILLIAMS, T. I. *Historia de la tecnología* (cinco volúmenes)., Madrid: Siglo XXI. 1977.

Una historia breve de la tecnología que abarca desde la antigüedad hasta 1950.

- ELLENBERGER, F. *Historia de la Geología. Volumen 1: De la antigüedad al siglo XVII*. Madrid/Barcelona: M. E. C./Labor, 1989.

Teniendo en cuenta que el origen de la Geología como Ciencia moderna es relativamente reciente, resulta sumamente interesante encontrar un libro que presenta el desarrollo de los conocimientos sobre la Tierra desde los griegos hasta la mitad del siglo XVII. Esperamos que pronto se publique el segundo volumen.

- GAMOW, G. *Biografía de la Física*. Madrid: Alianza, 1980.

Una historia de la Física escrita con carácter divulgativo por el físico teórico George Gamow. Un libro adecuado para una primera aproximación a la historia de la Física.

- GIORDAN, A., y otros. *Conceptos de Biología* (dos volúmenes). Madrid: Labor/M. E. C., 1988.

En estos libros se presenta la historia de una serie de conceptos de Biología: la respiración, la fecundación, la célula, los genes, la evolución, etc., y se pone de manifiesto cómo la enseñanza tradicional de las disciplinas científicas, al presentar los conocimentos en el estado actual y olvidar el estudio de los precedentes, prescinde de uno de los motores del movimiento científico: la duda y la crítica a las teorías.

- HALLAM, A. *Grandes controversias geológicas*. Barcelona: Labor, 1985

Mediante la presentación de cinco célebres controversias geológicas: neptunistas frente a vulcanistas y plutonistas, catastrofistas frente a uniformitaristas, la edad glacial, la edad de la Tierra y la deriva de los continentes, se reflexiona sobre distintos modelos de cambio científico y sobre el origen de la Geología como Ciencia moderna.

- JAHN, I.; LOTHER, R., y SENGLAUB, K. *Historia de la Biología. Teorías, métodos, instituciones y biografías breves*. Barcelona: Labor, 1989.

Un excelente manual de historia de la Biología. Su interés se incrementa si tenemos en cuenta que se trata del primer tratado de Historia de la Biología en lengua castellana que se publica en los últimos cuarenta años. Resulta de gran utilidad el apéndice dedicado a las biografías.

- LEICESTER, H. M. *Panorama histórico de la Química*. Madrid: Alhambra, 1967.

Una de las pocas obras publicadas en nuestro país que cubre toda la historia de la Química con un tratamiento más riguroso que el de una obra divulgativa.

- MAASON, S. F. *Historia de las Ciencias* (cinco volúmenes)., Madrid: Alianza, 1985.

Una historia de la Ciencia desde sus precedentes hasta su maduración, que presta atención a la coherencia de su desarrollo interno

y a sus interrelaciones con el medio. Los títulos de los cinco volumnes son: 1. *La Ciencia antigua. La Ciencia en Oriente y en la Europa medieval*; 2. *La revolución científica de los siglos XVI y XVII*; 3. *La Ciencia del siglo XVIII*; 4. *La Ciencia del siglo XIX*; 5. *La Ciencia del siglo XX*.

Una obra adecuada para disponer de una visión general del desarrollo de todas las Ciencias experimentales.

- KUHN, T. S. *La estructura de las revoluciones científicas*. Madrid: Breviarios, Fondo de Cultura Económica, 1975.

Un estudio de las "revoluciones científicas" basado en abundante material histórico, principalmente de los campos de la Física y de la Química.

Filosofía de la Ciencia

- CHALMERS, A. F. *¿Qué es esa cosa llamada Ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la Ciencia y sus métodos*. Madrid: Siglo XXI, 1982.

Una excelente introducción a los modernos puntos de vista sobre la naturaleza de la Ciencia. Se señalan las limitaciones del empirismo ingenuo y se describen las teorías de Popper, Kuhn, Lakatos y Feyerabend como intentos de reemplazar aquella perspectiva tradicional.

- SEBASTIÁN AGUILAR, C. "La naturaleza de la Ciencia y sus implicaciones didácticas", en SEBASTIÁN, C. y otros, en *Aspectos didácticos de Física y Química 1. Bachillerato*. Zaragoza: ICE de la Universidad de Zaragoza, 1985.

Esta comunicación constituye un excelente resumen de las diferentes posturas filosóficas sobre la naturaleza de la Ciencia, en la línea de la obra de Chalmers.

Sociología de la Ciencia

- BARNES, B. *Sobre Ciencia*. Barcelona: Labor. 1987.

Combinando inspiración y crítica, humor y ejemplos, el autor ofrece una visión de la Ciencia moderna como actividad social, describiendo el funcionamiento interno de la comunidad de científicos profesionales y su interacción con la sociedad.

Un libro muy recomendable para introducirse en el campo de la sociología de la Ciencia, complementario del de la filosofía de la Ciencia.

Libros y revistas para la enseñanza y el aprendizaje

Diseño curricular del área

- HUETO, A., y CAAMAÑO, A. "Orientaciones teórico-prácticas para la elaboración de unidades didácticas", en *Materiales del Área de Ciencias de la Naturaleza, Curso de Actualización Científica y Didáctica (modalidad A).* Madrid: M. E. C., Dirección General de Renovación Pedagógica, Subdirección General de Formación del Profesorado,1992.

En este documento de trabajo para cursos de actualización se abordan algunos de los problemas que pueden presentarse a los profesores de Ciencias a la hora de programar unidades didácticas, como la estructuración de la unidad, la selección de contenidos y de objetivos y el tipo de actividades de enseñanza-aprendizaje y de evaluación a utilizar. Se encuentra como material de consulta en todos los CEP.

- VV. AA. *Propuestas de Secuencia. Área de Ciencias de la Naturaleza.* Secundaria Obligatoria. Madrid: M. E. C. y Ed. Escuela Española, 1993.

Actualmente en proyecto, este documento presenta tres ejemplos de cómo secuenciar los contenidos del área de Ciencias en la etapa doce-dieciséis, atendiendo a la distribución de éstos en los ciclos doce-catorce y doce-dieciséis. Los autores de dichas Secuencias son los tres grupos de profesores que se citan a continuación: ALBALADEJO, C.; CAAMAÑO, A.; y SANMARTÍN, N.; GIL, D.; y GAVIDIA, V.; JIMÉNEZ, M. P.; LORENZO, F., y OTERO, L.

Revistas

- CAAMAÑO, A. "Tendencias actuales en el currículum de Ciencias". *Enseñanza de las Ciencias. 6,* 3 (1988), pág. 265.

Un análisis de las tendencias actuales en el currículo de Ciencias atendiendo a los objetivos, los contenidos, las diferentes formas de estructuración del currículo (conceptos-procesos, Ciencia pura-Ciencia y sociedad, Ciencias separadas-Ciencia integrada, etc.) y a los modelos didácticos.

- CAAMAÑO, A. "Estructura i evolució dels projectes curriculars de Ciències experimentals", *Butlletí del Col.legi de Llicenciats de Catalunya,* núm. 77 (1991), Barcelona.

Un análisis de la evolución de los proyectos de Ciencias para edades doce a dieciséis en los últimos veinte años, con especial énfasis en proyectos ingleses que han tenido una influencia notable (Nuffield, Scisp, Clisp, Warwick, etc.).

- DEL CARMEN, L. "La elaboración de proyectos curriculares de centro en el marco de un currículo de Ciencias abierto", en *Enseñanza de las Ciencias, 8,* 1, 1990, pág. 37.

Una reflexión sobre las condiciones necesarias para adecuar el Diseño Curricular Base propuesto por la Administración en el área de las Ciencias de la Naturaleza a las condiciones específicas de cada centro, con una referencia especial al tema de la secuencia de los contenidos.

Didáctica de las Ciencias Experimentales

- ALBALADEJO, C.; CAAMAÑO, A.; JIMÉNEZ, M. P. "Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza", en *Materiales del Área de Ciencias de la Naturaleza, Curso de Actualización Científica y Didáctica (modalidad A)* (Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza). Madrid: M. E. C., Dirección General de Renovación Pedagógica, Subdirección General de Formación del Profesorado, 1992.

Un módulo de Didáctica de las Ciencias que aborda los objetivos de la enseñanza de las Ciencias en los campos del desarrollo cognitivo y afectivo, un análisis de los modelos didácticos existentes, la

forma de organización de los contenidos de Ciencias, y tres temas básicos en la didáctica de las Ciencias: las concepciones previas de los alumnos y las estrategias para lograr el cambio conceptual, los objetivos de los trabajos prácticos y su diferente tipología, y los diferentes tipos de problemas y de modelos de resolución. Se encuentra como material de consulta en todos los CEP.

- GARCÍA-AMORENA, I., y otros. *Aspectos didácticos de Ciencias Naturales (Geología) 3,* Zaragoza: ICE de la Universidad de Zaragoza, 1987.

Este volumen recoge las ponencias de las Jornadas sobre la Didáctica de la Geología organizadas por el ICE de la Universidad de Zaragoza en 1987. Se tratan los aspectos didácticos de algunos sistemas conceptuales geológicos.

- GARCÍA, J. E., y GARCÍA, F. F. *Aprender investigando.* Sevilla: Diada Editoras, 1989.

Los autores proponen una metodología de enseñanza y aprendizaje basada en la investigación. Concretan su propuesta presentando dos casos prácticos: el estudio de la germinación y desarrollo de las plantas a partir de una experiencia de huerto escolar y el estudio del medio urbano.

- GIL, D., y otros. *La enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria.* Barcelona: ICE de la Universidad de Barcelona/ Horsori, 1991.

Un libro sobre la didáctica de las Ciencias, desde la perspectiva de la Física y de la Química, que partiendo de los problemas que plantea la práctica docente, busca dar respuesta a cuáles son los conocimientos —en el sentido amplio de saber y de saber hacer— que precisan tener los profesores de Ciencias.

Aborda con profundidad cuestiones fundamentales como las prácticas de laboratorio, la resolución de problemas y el aprendizaje de conocimientos teóricos, y con menor extensión otras cuestiones esenciales, pero habitualmente olvidadas, como las relaciones enseñanza de la Ciencias-medio, el clima del aula, las actitudes hacia la Ciencia y la evaluación. Al final se analiza el diseño de unidades

didácticas haciendo uso del concepto de programa-guía de actividades.

- GIORDAN, A. *La enseñanza de las Ciencias.* Madrid: Siglo XXI, 1982.

Esta primera obra de André Giordan publicada en castellano trata de la problemática de la enseñanza de las Ciencias. Se analizan los obstáculos de los alumnos para el aprendizaje y se pone de manifiesto que los esquemas de los alumnos evolucionan en situaciones de enseñanza y aprendizaje adecuadas. Resultan útiles las tablas de comportamiento de los alumnos para conseguir determinados objetivos de actitudes científicas.

- JIMÉNEZ, M. P., y NIEDA, J. "Estrategias en la enseñanza de las Ciencias Experimentales", en *Didáctica de las Ciencias Experimentales.* Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá, 1989.

Esta publicación, surgida a raíz del primer curso de Actualización Científica y Didáctica para profesores de Enseñanzas Medias, recoge cinco ponencias sobre Psicología y Didáctica de las Ciencias y las unidades didácticas diseñadas por los profesores asistentes.

- MARCO, B., y otros. *La enseñanza de las Ciencias Experimentales.* Madrid: Narcea, 1987.

Una revisión de algunas de las cuestiones más actuales en la enseñanza de las Ciencias. Las autoras, del equipo del IEPS, señalan el estado actual de los problemas desde la pespectiva del profesor (currículo, programación, método científico) y del alumnado (ideas de los alumnos, desarrollo mental) con un lenguaje asequible a la mayoría del profesorado.

- MARCO, B., y otros. "Elementos didácticos para el aprendizaje de las Ciencias Naturales." *Educación Abierta,* núm. 17. I. C. E. Universidad de Zaragoza, 1987.

En la misma línea que el libro anterior, aborda dos nuevos temas: la importancia de la actitudes en la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias y la utilización didáctica de distintos recursos.

- OSBORNE, R., y FREYBERG, P. *El aprendizaje de las Ciencias: las implicaciones de la Ciencia de los alumnos*. Madrid: Narcea, 1991.

Un libro que expone los recientes hallazgos de las interpretaciones del mundo que los alumnos llevan a las aulas y los problemas específicos relacionados con estas ideas, y analiza las discrepancias entre los objetivos e intenciones del profesor y los resultados del aprendizaje, ofreciendo pautas para reducirlas. En su mayor parte se refiere a un nivel de diez a quince años.

Osborne y Freyberg han sido los codirectores del Proyecto de Aprendizaje de las Ciencias (*Learning in Science Project*, LSP) en la Universidad de Waikato (1979-84), en Nueva Zelanda.

- PORLAN, R.; GARCÍA, J. E.; y CAÑAL, P. (Comp.). *Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias*. Sevilla: Diada Editoras, 1988.

En este libro se recogen una serie de artículos, algunos ya publicados en revistas de Didáctica de las Ciencias, sobre lo que se conoce como "concepción constructivista del aprendizaje" y sus implicaciones en la enseñanza de las Ciencias.

- POZO, J. I. *Aprendizaje de la Ciencia y pensamiento causal*. Madrid: Visor, 1987.

En este libro se analiza la comprensión de la Ciencia por los alumnos estudiando cómo evoluciona el pensamiento causal. La segunda parte del libro está dedicada a la instrucción en el conocimiento científico, respondiendo a tres preguntas planteadas frecuentemente por los profesores: qué es lo que hay que enseñar, cuáles son los procesos mediante los que se aprende, cómo puede enseñarse de una forma más efectiva.

- SERRANO, T., y otros. "Aspectos didácticos de Ciencias Naturales (Biología) 4." *Educación Abierta*, núm. 85. Zaragoza: I .C. E. Universidad de Zaragoza, 1989.

Este volumen recoge las ponencias de las Jornadas sobre Didáctica de la Biología organizadas por el ICE de la Universidad de Zaragoza en

septiembre de 1989. Se tratan distintos aspectos de la enseñanza de la Biología: las actitudes, los principales aportes a la didáctica desde el siglo XIX hasta la actualidad, las ideas de los y las adolescentes y las aplicaciones de la informática y la investigación en el aula.

- SHAYER, M., y ADEY, P. *La Ciencia de enseñar Ciencias*. Madrid: Narcea, 1984.

Los autores, basándose en la teoría de Piaget, estudian los estadios evolutivos del desarrollo cognoscitivo en la población escolar y los relacionan con las demandas cognitivas de determinados conceptos de Física, Química y Biología. Un libro recomendable para los profesores de Ciencias implicados en el desarrollo del currículo.

Revistas

- GIL, D. "Tres paradigmas básicos en la Enseñanza de las Ciencias". *Enseñanza de las Ciencias 1* (1) p. p. 26-33, 1983.

En este artículo se analizan las tres concepciones epistemológicas más características sobre la ciencia que darán lugar a los modelos de intervención: transmisión-recepción; de descubrimiento autónomo; y modelo constructivista.

Actas de Simposios

Actas de Congresos sobre la enseñanza de la Física y Química

— Simposio sobre Didáctica de la Física y la Química. Madrid, 1978. Actas: INCIE, 1979.

— Primeras Jornadas de Investigación Didáctica en Física y Química, Valencia, 1982. Actas: ICE de la Universidad de Valencia, 1984.

— Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas. Barcelona, 1985. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 1985.

— II Congreso Internacional sobre la Investigación en la Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas. Valencia, 1987. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 1987.

— III Congreso Internacional sobre la Investigación en la Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas. Santiago de Compostela, 1989. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra (dos tomos), 1989.

Actas de Simposios sobre la Enseñanza de la Geología

— I Simposio Nacional sobre la Enseñanza de la Geología. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, ANGUITA, F., ed., 1981.

— II Simposio Nacional sobre la Enseñanza de la Geología. Gijón: Centro de Enseñanzas Integradas de Gijón, PIDAL, R., ed., 1982.

— III Simposio sobre la Enseñanza de la Geología. Barcelona: ICE de la Universidad de Barcelona, GASSIOT, X., ed., 1986.

— IV Simposio Nacional sobre Enseñanza de la Geología. Vitoria: Universidad del País Vasco, LLANOS, H. J., ed., 1986.

— V Simposio sobre Enseñanza de la Geología, Revista *Henares*, núm. 2. Alcalá de Henares: Servicio de Publicaciones y Departamento de Geología de la Universidad de Alcalá, 1988.

— VI Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Puerto de la Cruz (Tenerife), 1990.

Ciencia integrada

◪ GUTIÉRREZ, R. y otros. *Ciencia integrada*. Barcelona: M. E. C./ Vicens Vives, 1988.

Esta carpeta de recursos didácticos consta de una introducción, libros del profesor y de actividades. En la introducción se presenta un documentado estudio sobre la Ciencia integrada: qué es y qué no es Ciencia integrada, cómo se llegó a ella y qué ha aportado, una propuesta de acción para hacer Ciencia integrada. También se comentan algunos proyectos de este tipo de Ciencia. En los restantes cuadernos de la carpeta (libros del profesor y libros de actividades) se ejemplifica una unidad didáctica de Ciencia integrada: la interacción luminosa.

◪ IEPS. *La Ciencia integrada en el programa escolar*. Colección Apuntes. Madrid: Narcea, 1977.

- IEPS. *Bachillerato y Ciencia integrada. Proyecto CIB.* Colección Apuntes. Madrid: Narcea, 1979.

Dos libros dedicados a la Ciencia integrada. En el número 8, "La Ciencia integrada en el programa escolar", de GUTIÉRREZ, R.; SERRANO, T., JUNCOSA, M. A., se presenta el proyecto Ciencias E. G. B. Somosaguas con una ejemplificación sobre el tema "Fuerzas y presiones" para 8.° de E. G. B. En el número 17, de GUTIÉRREZ, R., FERNÁNDEZ, J. M., FERNÁNDEZ, M., se presenta el proyecto CIB de Ciencia integrada para el Bachillerato.

Revistas

- GIL, D. "La globalización de las Ciencias: ¿Necesidad o peligro?", *Cuadernos de Pedagogía, 172,* julio/agosto (1989), págs. 42-63.

El autor polemiza en torno a las ventajas e inconvenientes de la integración de las Ciencias, planteándose hasta qué punto los tratamientos globales refuerzan la metodología científica y son compatibles con una orientación constructivista del aprendizaje.

- GUERRA, J. M. "Ciencia integrada en España: un análisis interno del currículum", *Enseñanza de las Ciencias, 2, 3 (1984),* pág. 170.

Un análisis crítico de las diferentes fundamentaciones de la Ciencia integrada, basadas en la universalidad de la Ciencia, en los conceptos comunes a las diversas ciencias, en los métodos comunes o en una visión interdisciplinar del área.

Ciencia-tecnología-sociedad

- MARCO, B.; MARTÍN-MONTALVO, J., y PARAMIO, M. L. *La actualidad científica en el diseño curricular de las Ciencias experimentales.* Madrid: Narcea, Apuntes IEPS, 1990.

En el marco de la Reforma Educativa y con un enfoque de Ciencia-tecnología-sociedad, se proponen estrategias para llevar la actualidad científica a las clases de Ciencias. Se presenta una experiencia de aula, "La carrera hacia el genoma humano", como *ejemplificación.*

- SATIS (Science and Technology in Society). *General Guide for Teachers*. ASE, 1986. Existe una traducción al castellano en GINER, A.; ALBALADEJO, C.; CAAMAÑO, A., PAREJO, C.: *La educación Ciencia-tecnología-sociedad. Materiales para el aula*. Barcelona: Memoria ICE de la Universidad Politécnica de Catalunya, 1989.

Guía general del Proyecto SATIS (véase apartado sobre "Proyectos"). La guía contiene los objetivos del proyecto, la justificación de por qué es necesaria una aproximación Ciencia-tecnología-sociedad, la descripción de los tipos de actividades utilizados en este tipo de enseñanza y unas orientaciones didácticas de gran utilidad.

- UNESCO y OEI. *Educación y Medio Ambiente*. Madrid.: OEI y Editorial Popular, 1989.

Consta de dos libros: *Conocimientos básicos* y *Guía didáctica*. En la guía didáctica se presentan, con un enfoque de Ciencia-Tecnología-Sociedad, programas de actividades de educación ambiental.

Revistas

- SOLBES, J., y VILCHES, A. "Interacciones Ciencia-técnica-sociedad: un instrumento de cambio actitudinal", en *Enseñanza de las Ciencias*, 7, 1 (1989); pág. 14.

En este artículo se defiende la inclusión de las interacciones Ciencia-técnica-sociedad como uno de los factores que pueden crear una actitud más favorable del estudiante hacia las Ciencias.

Introducción y formación de conceptos

- BENLLOCH, M. *Por un aprendizaje constructivista de las Ciencias*. Madrid: Visor, Aprendizaje, 1984.

La autora presenta una propuesta para la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias mediante ocho ejemplos de unidades didácticas. En cada unidad se presentan los contenidos esquemáticos del tema, se indican las ideas de los alumnos sobre el mismo y se propone un programa de actividades adecuado a dichas ideas.

- DRIVER, R.; GUESNE, E.; y TIBERGHIEN, A. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: M. E. C./Morata, 1989.

Una revisión de las investigaciones sobre las concepciones que sostienen los estudiantes sobre diversos fenómenos naturales: la luz,

el calor, las fuerzas, el movimiento, la estructura de la materia y la electricidad, realizada por profesores de Ciencias de distintas partes del mundo. Se analiza el modo en que estas concepciones cambian y se desarrollan con la enseñanza.

- GIORDAN, A., y DE VECCHI, G. *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos*. Sevilla: Diada Editoras, 1988.

En este libro se aborda el problema que supone la adquisición del saber científico por parte de los alumnos y de la gente en general, teniendo en cuenta la gran información que recibimos de los medios de comunicación. Se aportan numerosos ejemplos, sobre todo de Biología. Se proponen instrumentos para intentar solucionar las dificultades que conlleva la enseñanza de las Ciencias, partiendo de las concepciones que tienen los alumnos y analizando sus características. Al final se presenta un conjunto de propuestas para cambiar las concepciones personales por las científicamente aceptadas. Quizás de toda la bibliografía en castellano sea el libro más adecuado para profundizar en el tema.

- HIERREZUELO, J., y MONTERO, A. *La Ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y Química*. Barcelona: Laia/M. E. C., 1988.

Se da una visión general sobre qué son las ideas previas y la importancia que éstas tienen para el proceso de enseñanza y aprendizaje, y se hace una revisión general de las ideas previas conocidas en Física y Química y sus consecuencias para la enseñanza. Al final de cada capítulo se proponen algunas sugerencias didácticas.

- POZO, J. I., y otros. *Procesos cognitivos en la comprensión de la Ciencia: ideas de los adolescentes sobre la Química*. Convocatoria de ayudas a la investigación del CIDE. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia, 1991.

Se plantean los procesos psicológicos que se producen en la comprensión de la Ciencia, las ideas de los alumnos en los principales núcleos conceptuales de la Química y las variables relacionadas

con el rendimiento en la comprensión de la Química. Al final se presenta un apéndice con las tareas propuestas.

- SERRANO, T., y BLANCO, A. *Las ideas de los alumnos en el aprendizaje de las Ciencias*. Apuntes I .E. P. S. núm. 47. Madrid: Narcea, 1988.

Este número de la colección Apuntes I. E. P. S. está dedicado a las representaciones de los alumnos sobre conceptos científicos. Se indican las características de dichas representaciones, cómo interaccionan con la instrucción y cómo explorarlas.

- VV. AA. *Les represéntations des élèves en Biologie*. Document INRAP núm. 78. Dijon: INRAP (L'Institut National de Recherches et d'Applications Pédagogiques, 1988.

Después de una revisión de las investigaciones sobre las representaciones de los alumnos y de las distintas estrategias para ponerlas en evidencia, realizada por el profesor A. Giordan, se presentan los resultados de una investigación-acción efectuada por un grupo de profesores de liceos agrícolas franceses sobre dos temas de Biología. Puede conseguirse en: Institut National de Recherche Pédagogique, 29 rue d'Ulm 75230, Paris.

Trabajos prácticos

- CAAMAÑO, A., y ALBALADEJO, C. "Los trabajos prácticos", en *Materiales del área de Ciencias de la Naturaleza, Curso de Actualización Científica y Didáctica (modalidad A)* (Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza). Madrid: M. E. C., Dirección General de Renovación Pedagógica, Subdirección General de Formación del Profesorado, 1992.

Un análisis de los diferentes objetivos que han de cubrir los trabajos prácticos y un propuesta de clasificación en experiencias, ejercicios prácticos e investigaciones. Se distingue entre investigaciones para resolver problemas teóricos e investigaciones para resolver problemas prácticos. Se aborda también el grado de obertura de los trabajos prácticos y su nivel de dificultad. Se encuentra como material de consulta en todos los CEP.

- GIL, D. "Los trabajos prácticos como pequeñas investigaciones", en *La investigación en el aula de Física y Química*. Madrid: Anaya, 1982.

Uno de los primeros alegatos en nuestro país por la renovación de los trabajos prácticos en el sentido de dotarlos de un carácter investigativo, en la perspectiva de una enseñanza de descubrimiento orientado.

- GIL, D., y otros. "Las prácticas de laboratorio como interés prioritario de los alumnos y profesores de Ciencias", en *La enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona: I. C. E. Universidad de Barcelona/Horsori, 1991.

Ya citado en el apartado "Didáctica de las Ciencias experimentales". Es también de importancia su aportación en el aspecto tratado en este apartado. En él se hace una reflexión crítica sobre el papel actual de las prácticas de laboratorio en el aprendizaje de las Ciencias, y una propuesta alternativa para enfocarlas como investigaciones.

Resolución de problemas

- CAAMAÑO, A., y ALBALADEJO, C., "La resolución de problemas", en *Materiales del área de Ciencias de la Naturaleza, Curso de Actualización Científica y Didáctica (modalidad A)* (Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza. Madrid: M. E. C., Dirección General de Renovación Pedagógica, Subdirección General de Formación del Profesorado, 1992.

Se define qué es un problema y los diferentes tipos de problemas, se recogen los resultados de la investigación sobre las diferencias entre las formas de resolución empleadas por los expertos y por los novatos, y se presentan una serie de modelos para la resolución de los problemas de papel y lápiz, que contienen una serie de recomendaciones y de estrategias, tales como el uso de las denominadas "rutas de resolución". Se encuentra como material de consulta en todos los CEP.

- GIL, D., y MARTINEZ TORREGROSA, J. *La resolución de problemas de Física. Una didáctica alternativa*. Madrid/Barcelona: M. E. C./Vicens Vives, 1987.

Un material imprescindible para el que quiera abordar la resolución de problemas de Física de papel y lápiz como actividades de investigación, con propuestas concretas para convertir los enunciados tradicionales en problemas más abiertos que requieran la emisión de hipótesis por parte de los alumnos.

Revistas

- GARRET, R. M. (1988). "Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de Ciencias", en *Enseñanza de las Ciencias*, 6, 3, pág. 224.

En este artículo se argumenta por qué es importante fomentar en la escuela las actividades de resolución de problemas, se sitúan los diferentes tipos de problemas en un espectro que va desde los rompecabezas sin interés hasta los verdaderos problemas, y se destaca el papel que juega la creatividad en estos últimos.

- GIL, D., y otros. (1988). "La resolución de problemas de lápiz y papel como actividad de investigación", en *Investigación en la Escuela*, 6, págs. 3-19.

Un tratamiento en profundidad de la fundamentación de un modelo de resolución de problemas de papel y lápiz como una actividad investigativa, basada en los desarrollos recientes del constructivismo en el aprendizaje de las Ciencias.

- OÑORBE, A. M. (1989). "Solo ante el problema", en *Cuadernos de Pedagogía*, núm. 175, pág. 12.

En este artículo se aborda la definición de lo que son los problemas, se distingue entre problemas verdaderos y ejercicios, y se describe y critica la forma tradicional de enseñar a resolver problemas.

- SIGÜENZA, A. F. (1990). "Análisis de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de la Biología", en *Enseñanza de las Ciencias*, 8, 3, pág. 223.

Un intento de encontrar una definición del término problema, que corresponda al sentido de éste en la realidad del aula dentro del marco de la enseñanza de la Biología, y de mostrar la coherencia del

modelo de resolución de problemas como estrategia de enseñanza de la Biología para acceder a la comprensión, destacando la importancia que tiene que el problema sea definido por los propios alumnos.

Actitudes respecto de la Ciencia

- *Cómo interesar a las chicas en la Ciencia*. Madrid: M. E. C., 1984.

Este libro es un informe que se basa en la experiencia conseguida durante el proyecto GIST (Girls into Sciencia and Technology), y se dirige al profesorado. Proporciona una introducción muy breve de lo que es actualmente un campo de investigación, y ofrece unas sugerencias prácticas para enseñar Ciencias en clases mixtas, de forma que las chicas se interesen más por la asignatura.

- HEAD, J. *The personal response to science*. Cambridge: Cambridge Educational, 1989.

En este libro se rechaza la creencia muy extendida sobre "la aptitud para la Ciencia", y se explora cómo responden los alumnos frente a la enseñanza de la Ciencia y qué es lo que realmente piensan y sienten respecto de la Ciencia.

- SERRANO, M. T. "Las actitudes en el aprendizaje de la Biología". En SERRANO, GARCÍA, JIMÉNEZ, LÓPEZ, ALBALADEJO, *Aspectos didácticos de las Ciencias Naturales (Biología) 4*. Zaragoza: ICE de la Universidad de Zaragoza, 1989.

La autora comienza abordando el tema de las actitudes y el aprendizaje de las Ciencias, agrupando las actitudes en dos grandes categorías: actitudes científicas y actitudes hacia la Ciencia. A continuación pasa a referirse a las actitudes y el aprendizaje de la Biología, presentando los datos aportados por la investigación en este campo y realizando un análisis de las actitudes más relacionadas con los contenidos de Biología del Diseño Curricular propuesto por el Ministerio de Educación y Ciencia

Historia de la Ciencia y enseñanza de las Ciencias

- HUETO, A., y otros. *Utilización de la historia de la ciencia como instrumento para determinar obstáculos en el aprendizaje de la Biología*. Proyecto de Innovacion. Madrid: M. E. C., 1991.

Memoria de un proyecto de trabajo en el que partiendo del estudio de las principales etapas en el desarrollo histórico de la Citología y del análisis de las representaciones sobre la célula de alumnos de ciclo superior de E. G. B. y de 1.° de Enseñanzas Medias. Se han elaborado propuestas didácticas para la didáctica de este tema.

- MARCO, B. *Historia de la Ciencia. Material didáctico*. Documentos. Madrid: IEPS, 1984.

El material didáctico se presenta agrupado en Temas monográficos (estudios diacrónicos), por ejemplo: La teoría atómica, Enfoques interdisciplinares, Franklin, Darwin, Watson y Crick, etc., y Páginas de lectura, por ejemplo: El aire desflogistizado, La ética en la Ciencia, etc. Se trata de un material muy útil para aquellos profesores interesados en introducir la historia de la Ciencia en el aula.

- USABIAGA, C., y DEL VALLE, M. C. *La historia de la Ciencia en el aula*. Madrid: Narcea, Apuntes IEPS, 1982.

  USABIAGA, C.; MARCO, B., y OLIVARES, E. *Científicos en el aula*. Madrid: Narcea, Apuntes IEPS, 1982.

  MARCO, B.; GONZÁLEZ, A., y SIMÓ, A. *La perspectiva histórica en el aprendizaje de las Ciencias*. Madrid: Narcea, Apuntes IEPS.

  MARCO STIEFEL, B. *Historia de la Ciencia*. Narcea, Apuntes IEPS, 1984.

En esta colección de Apuntes IEPS se encuentran cuatro volúmenes dedicados a la Historia de la Ciencia. En el número 28, *La Historia de la Ciencia en el aula*, se plantean algunas implicaciones de la utilización del método de descubrimiento histórico en el aula. En el número 30, *Científicos en el aula*, basándose en el libro anterior, se proponen dos vías para aproximar a los científicos al aula: la utilización de sus textos y el estudio de los científicos aglutinados en torno a un problema. En el número 41, *La perspectiva histórica en el*

aprendizaje de las Ciencias, se presenta el proyecto IEPS de Historia de la Ciencia. El proyecto Historia de la Ciencia, que se enmarca en la línea de interrelaciones Ciencia-sociedad, se centra en el trabajo sobre escritos de los propios científicos. Ha sido experimentado en varios centros escolares y en él se recogen varias propuestas didácticas para el estudio de distintos temas de Ciencias con un enfoque histórico.

- GAGLIARDI, R., y GIORDAN, A. "La historia de las Ciencias: una herramienta para la enseñanza". *Enseñanza de las Ciencias*, 4, 2, pág. 253, 1986.

- GAGLIARDI, R "Cómo utilizar la Historia de las Ciencias en la enseñanza de las Ciencias", *Enseñanza de las Ciencias*, 6, 3, pág. 291, 1988.

Se comentan algunos elementos que justifican la utilización de la Historia de la Ciencia y de la epistemología en la enseñanza de las Ciencias. Se propone la utilización de la Historia de la Ciencia como herramienta para determinar obstáculos epistemológicos, para definir los contenidos de los cursos, para introducir en clase la discusión sobre la producción, la apropiación y el control de los conocimientos, y como complemento de otras disciplinas.

Revistas

- VARIOS AUTORES. (1987). "Didactique et histoire des Sciences", ASTER núm. 5. París: Institut Nacional de Recherche Pédagogique.

Un conjunto de artículos alrededor de las relaciones entre la historia y la filosofía de la Ciencia y la didáctica de las Ciencias, recogidos en un número monográfico de la revista francesa ASTER (*Recherches en didactique des sciences expérimentales*).

Evaluación en Ciencias Experimentales

- APU (*Assessment Performance Unit*). *Science report for teachers*, ASE (Association for Science Education). Reino Unido: College Lane, Hatfield, Herts Al 109 AA. 1984-85.

Un conjunto de diez guías, redactadas para su difusión entre el profesorado de Ciencias, que recogen el esquema de evaluación del proyecto APU y los resultados de la investigación llevada a cabo en Inglaterra sobre las habilidades experimentales de los alumnos de once a quince años. Este proyecto ha tenido una gran influencia en el campo de la evaluación de los trabajos prácticos de tipo investigativo.

- CAAMAÑO, A., y HUETO, A. "Actividades e instrumentos de evaluación", en *Materiales del área de Ciencias de la Naturaleza, Curso de Actualización Científica y Didáctica (modalidad A)* (Orientaciones teórico-prácticas para la elaboración de unidades didácticas). Madrid: M. E. C., Dirección General de Renovación Pedagógica, Subdirección General de Formación del Profesorado, 1992.

Unas breves consideraciones sobre algunas actividades e instrumentos para la evaluación del aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes, así como para la evaluación del proceso de enseñanza y aprendizaje. En el apartado correspondiente a la evaluación de los procedimientos y de trabajos prácticos se diferencian dos tipos de aproximaciones: la atomística (evaluación de las habilidades a través de actividades procedimentales) y la holística (evaluación a través de actividades de tipo investigativo); y se describe lo que se entiende por esquema de evaluación respecto a criterios, así como la forma en que pueden construirse escalas de puntuación. Se encuentra como material de consulta en todos los CEP.

- GOTT, R.; WELFORD, G.; FOULDS, K., y APWIS. *The assessment of practical work in science*. Basil Blackwell, 1988. Existe una traducción al catalán en CAAMAÑO, A.; LOZANO, M. T.; MAYÓS, C.; PAREJO, C., y VILADOMS, P. *Els treballs pràctics de ciències experimentals i la seva avaluació*. Barcelona: Memoria de Trabajo, ICE de la Universidad Politécnica de Cataluña, 1991.

Un proyecto de evaluación del trabajo práctico de carácter holístico que aborda la evaluación de tres tipos fundamentales de actividades: la observación (entendida como evaluación de los conceptos del estudiante a través de la descripción interpretativa que hace de objetos y fenómenos), las habilidades prácticas básicas y las investigaciones. Se tipifican tres tipos de investigaciones, según su grado de dificultad procedimental. El último apartado trata de las formas de registrar el progreso de los alumnos, de la evaluación del profesor y de la autoevaluación del alumno.

- GUTIÉRREZ, R. "La evaluación en Ciencias experimentales", en GUTIÉRREZ, R., y otros. *Enseñanza de las Ciencias en la educación intermedia*. Madrid: Rialp, 1990.

Un buena revisión de los aspectos más importantes de la evaluación en relación a las Ciencias experimentales, en un campo donde existe una verdadera laguna editorial en nuestro país. Se abordan en primer lugar los aspectos generales, para luego centrarse en la evaluación de los alumnos y en la evaluación del currículo y de los Proyectos curriculares en Ciencias. La parte dedicada a la evaluación de los alumnos esta estructurada en función de la evaluación del conocimiento de los hechos, conceptos y teorías, de los procedimentos y del trabajo práctico, y de las actitudes. En la evaluación de la práctica científica se recogen las categorías utilizadas en el proyecto de investigación inglés APU.

- RODRÍGUEZ, L. M.; GUTIÉRREZ, F., y MOLLEDO, J. *Hacia un modelo de evaluación en Ciencias*. Documento de trabajo para cursos de Formación del Profesorado. Logroño: CEP de Logroño, 1991.

Un programa-guía de actividades para realizar una reflexión crítica de la forma en que se realiza la evaluación tradicionalmente y ofrecer un modelo alternativo de evaluación etnográfica, que hace uso de una serie de estrategias de recogida de datos usadas en la investigación de tipo naturalista. Se aportan ejemplos de las actividades de evaluación utilizadas en la implementación del esquema de evaluación propuesto a cursos de B. U. P.

- TAMIR, P. *Tests innovadors en ciències* (traducción de Miquel Gich). Apuntes de un curso del Master de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, 1991.

Un esquema de evaluación para valorar el trabajo de laboratorio de carácter investigativo en relación a las fases de planteo y diseño de la investigación, realización, análisis e interpretación de los resultados, y aplicación.

Revistas

- RODRÍGUEZ, L. M.; GUTIÉRREZ, F., y MOLLEDO, J. (1990). "Hacia un nuevo modelo de evaluación". Partes I y II. *La carpeta*.

Revista de los Centros de Profesores de La Rioja, *6*, pág. 13, y 7, pág. 14.

En la *primera parte* de este artículo, los autores, profesores de Física y Química, realizan una crítica de la evaluación concebida exclusivamente como la calificación obtenida por los alumnos en los exámenes y proponen, en la línea de investigación en la acción, un modelo etnográfico de evaluación caracterizado por recurrir preferentemente a técnicas cualitativas. En la *segunda parte* se resumen distintas técnicas de recogida de información, mostrando ejemplos tomados de su práctica docente, y presentan el esquema de evaluación propuesto a sus alumnos.

Materiales de aula

Materiales de la Reforma (etapa 12-16 años)

Proyectos de etapa

- MARTÍNEZ TORREGROSA, J., y otros. Colección *Materiales Reforma*. Valencia: Generalitat Valenciana, Cons. Cultura, Educació i Ciencia, D. G. Ord. i Innovació Educativa, Programa Innovació i Reformes Experimentals, 1991.

Materiales diseñados para los centros que han empezado con la Reforma. Hasta ahora se han publicado los correspondientes al primer ciclo y están a punto de publicarse los del tercer curso en este año 1992. Son materiales que se ajustan a los presupuestos teóricos de la Reforma. Están basados en una enseñanza por tratamiento de problemas o por investigación. En ellos se plantea la metodología adecuada para abordar el programa.

Módulos y publicaciones de los CEP

En Cataluña existen una serie de módulos de treinta y cinco horas (denominados créditos), que han sido elaborados como resultado de dos concursos de materiales curriculares para la Reforma y publicados en catalán por el Departamento de Enseñanza de la Generalitat para su difusión en los centros.

La relación de los títulos correspondientes al área de Ciencias Experimentales de la etapa 12-16 años existente en la actualidad es la siguiente:

Módulos comunes: *La materia por dentro; La energía a nuestro alcance; Materiales de nuestro entorno: metales, combustibles y plásticos.*

Módulos opcionales: *Iniciación a la Astronomía; El sonido y la luz; ¡Buenos días! ¿Qué tiempo hace?; Sonidos, ondas, voces y partituras; La Ciencia y la detección del crimen; Bebidas; Técnicas para el trabajo de campo; Análisis de alimentos; Vivir saludablemente; Educación para la salud; Trabajo de campo: elementos de ecología; El reloj de sol; Sexualidad, una forma natural de comunicación.*

- *Fichero de las publicaciones de los CEP*. Madrid: M. E. C., Dirección General de Renovación Pedagógica, Subdirección General de Formación del Profesorado, 1991.

En este fichero se recogen las publicaciones realizadas por los CEP. En ellas se pueden encontrar experiencias de muy distinta naturaleza (experiencias de aula, unidades didácticas, programaciones, innovaciones y propuestas curriculares...) elaboradas por equipos de profesores. Las referencias concretas de los equipos que han realizado los trabajos pueden permitir ponerse en contacto a profesores que sienten las mismas preocupaciones y trabajan en un mismo campo de investigación o reflexión. Es una publicación abierta, a la que se irán incorporando nuevas fichas.

Unidades didácticas

- GRUPO ZEFIROS. "Humedad y nubes", en *Materiales del área de Ciencias de la Naturaleza de los Cursos de Actualización Científica y Didáctica (modalidad A)* (Unidades Didácticas). Madrid: M. E. C., Subdirección General de Formación del Profesorado, 1991.

Unidad elaborada en el Curso de Actualización Científica y Didáctica en Ciencias Experimentales (Madrid, 1987-1988). Aborda el estudio de la presión atmosférica y los mapas del tiempo, la energía en la atmósfera, la humedad y las nubes y los movimientos en la atmósfera. Se encuentra como material de consulta en todos los CEP.

- GUTIÉRREZ, R., y otros. "La interacción luminosa", en *Ciencia Integrada*. Barcelona/Madrid: M. E. C.-Vicens Vives, 1988.

Unidad didáctica sobre la interacción luminosa con una orientación de Ciencia integrada, que se encuentra en el libro *Ciencia Integrada*, anteriormente citado.

- M. E. C. *Ejemplificaciones de Unidades Didácticas para Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: M. E. C., 1989.

Este libro recoge diversas *ejemplificaciones* de unidades didácticas para diversas áreas de la Educación Secundaria, pero a nosotros nos interesa la *ejemplificación* existente para el área de Ciencias de la Naturaleza, que propone el desarrollo de una Unidad Didáctica siguiendo las actuales directrices del Diseño Curricular Base En ella el tema elegido es: " La construcción de presas. Una necesidad y una polémica".

- MELCHOR, J.; BELLOD, P., y ARA, J. "La vida de las plantas", en *Materiales del área de Ciencias de la Naturaleza de los Cursos de Actualización Científica y Didáctica (modalidad A)* (Unidades Didácticas). Madrid: M. E. C., Subdirección General de Formación del Profesorado, 1991.

Unidad elaborada en el curso de Actualización Didáctica en Ciencias Experimentales (Zaragoza, 1989-90). Trata de la nutrición de las plantas verdes superiores y aborda los conceptos de fotosíntesis y de la respiración, y las implicaciones medioambientales que estos procesos tienen para la conservación de la biosfera. Se encuentra como material de consulta en todos los CEP.

Proyectos anteriores a la Reforma

Proyectos y materiales españoles para el aula

- ALBALADEJO, C.; GINER, A.; MERCÉ, M.; NISTAL, M., y RUBIO, M. L. *El cos humà. Iniciació a l'anatomia y fisiologia humana*. Barcelona: Alhambra, 1989.

Una propuesta para el estudio del cuerpo humano basado en una aproximación investigativa. Al inicio de cada tema se presenta un

esquema en el que se indican los contenidos tratados, las actividades que se proponen, el tipo de agrupación de los alumnos para realizarlas y los recursos a utilizar.

- BIBLIOTECA DE RECURSOS DIDÁCTICOS ALHAMBRA (BREDA). Barcelona: Alhambra, 1987.

El contenido de los libros del proyecto BREDA responde a una concepción interdisciplinar del aprendizaje. Presentan experiencias didácticas que pueden ser adaptadas a distintos niveles de enseñanza. Suministran información y proponen actividades para la enseñanza y el aprendizaje de diversos temas. A continuación indicamos los libros que están relacionados con el área de las Ciencias de la Naturaleza.

— GRUP SERVET. *Por qué comemos*, núm. 3.

— MURAGADES, F. *Juegos de ecología*, núm. 5.

— JUTGLAR, L. Miranda. *La energía*, núm. 6.

— GRUP MARTÍ FRANQUÉS. *¿Eso es Química?*, núm. 9.

— BAIG, A., y AGUSTENCH, M. *La revolución científica de los siglos XVI y XVII*, núm. 10.

— CABELLO, M., y LOPE, S. *Evolución*, núm. 12.

— AGUIRREGABIRIA, J. M. Grupo Phi-Dos. *Taller de sabios*, núm.16.

— DOÑATE, M. P.; ROSET, M. A., y AMATLLER, R. M. *Técnicas alimentarias*, núm. 21.

— BROMAN, L.; ESTALELLA, R., y ROS, R. M. *Experimentos de Astronomía*, núm. 26.

— CORBERÓ, M. V., y otros. *Trabajar mapas*, núm. 27.

— ALCÁZAR, A., y otros. *Descubrir la electricidad*, núm. 32.

— GETE-ALONSO, J. C., y DEL BARRIO, V. *Medida y realidad*, núm. 33.

— DÍEZ, E., y MÁS, C. *Geopráctica II. Agricultura*, núm. 34.

- COLECCIÓN VIVAC. Barcelona: Teide, 1981-88.

Publicada entre los años 1981 y 1988 bajo la dirección de C. Rahola y Luis del Carmen. Consta de nueve libros: *Investigando en el bosque, La vida en el bosque, La vida en las aguas dulces,*

Investigando en el suelo, Cómo criar y estudiar pequeños animales terrestres I y II, Investigando los seres vivos de la ciudad, Investigando a la orilla del mar, Explorando el Universo. Está dirigida a alumnos de diez a quince años y contiene información y sugerencias para investigar en el medio.

- DEL CARMEN, L.; AMMAN, C., y SALAS, H. *Descubrimos la Naturaleza*. Barcelona: Teide, 1984.

Un proyecto de ciencia combinada concebido para la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza para los cursos que constituían la segunda etapa de E. G. B., e inspirado en el proyecto inglés *Science for the 70½s*. Consta de tres libros de trabajo para el alumno y de tres guías para el profesor, en las que se exponen las orientaciones básicas y se incluyen modelos de hojas-guía para el trabajo en el laboratorio.

- FERNÁNDEZ, M. 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.

Monografía de actividades (actividades de campo, visitas programadas...) para el estudio del medio ambiente. Está dividida en siete capítulos, cada uno dedicado a un determinado tipo de zona: Regiones costeras; Charcas, embalses y cursos de agua; Montañas y bosques; Regiones agrícolas y ganaderas; Zonas mineras; La ciudad, y Zonas industriales.

Las actividades que se proponen, al no estar referidas a zonas geográficas concretas, sino a tipos de zonas, pueden realizarse en cualquier Comunidad Autónoma.

- GARCÍA JIMÉNEZ, M. T. *Alimentación, salud y nutrición*. Barcelona/Madrid: Vicens Vives/M. E. C., 1989.

Una carpeta, que forma parte de la serie Archivos del Profesor, para el estudio de los temas de alimentación y nutrición en relación con la Educación para la Salud, con propuestas de actividades y una extensa documentación.

- GRUP RECERCA-FARADAY. *Física Faraday*. Barcelona: Teide, 1988.

Una propuesta para el aprendizaje de la Física en la Enseñanza Secundaria (quince-dieciséis años), en forma de programas-guía de actividades, inspirada en el proyecto americano de Física *Project Physics*, que sigue la evolución histórica de los conceptos como hilo conductor de gran parte de los contenidos. La metodología es de investigación orientada. Existe una guía del profesor.

Este proyecto constituye la revisión de los programas-guía para la clase de Física publicados con anterioridad por el ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona.

- GRUP RECERCA-FARADAY. *Química Faraday*. Barcelona: Teide, 1988.

Un proyecto de Química para la Enseñanza Secundaria (dieciséis-diecisiete años), en forma de programas-guía de actividades, que concede una gran importancia a la evolución histórica de los conceptos químicos, como eje secuenciador de los contenidos del curso, y a las actividades experimentales en el laboratorio. La metodología es de investigación orientada. Existe una guía del profesor.

Esta publicación constituye la revisión más reciente del proyecto, que había sido editado previamente, durante la fase de experimentación, en forma de unidades sueltas, por el ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona.

- IEPS. *Ciencias E. G. B. Somosaguas*. Madrid: IEPS, 1970-74.

Proyecto de Ciencia Integrada para el ciclo superior de E. G. B.

- IEPS. *Un proyecto de Ciencia Integrada para el Bachillerato: Proyecto CIB*. Madrid: IEPS, 1980.

Proyecto de Ciencia Integrada para Bachillerato hasta nivel de 2.° de B. U. P. Lo forman diez cuadernillos de actividades y experiencias y otros diez en los que se tratan los mismos temas para consulta. Tiene además un libro de guía para el profesor. El mismo grupo sacó posteriormente un complemento para 3.° de B. U. P.

- OLIVARES, E. *Proyecto EDHUAL (Educación de los hábitos de alimentación). Material didáctico*. Documentos IEPS. Madrid: IEPS, 1985.

Una carpeta de materiales que contiene guías de actividades para los alumnos, con comentarios para el profesor y documentos informativos para realizar las actividades que se proponen.

- SEMINARIO DE FÍSICA Y QUÍMICA DE LA AXARQUIA. *Aprendizaje de la Física y Química*. Vélez-Málaga: Elzevir, 1989.

Programas-guía de actividades para el aprendizaje de la Física y Química en la Enseñanza Secundaria (quince-dieciséis años) con orientaciones didácticas recogidas en una guía del profesor. Su orientación es constructivista, con énfasis en los contenidos conceptuales y procedimentales, y una metodología de investigación orientada.

- SEMINARIO DE FÍSICA Y QUÍMICA del Servei de Formació Permanent de la Universidad de Valencia. *La construcción de las Ciencias físico-Químicas*. Valencia: Nau Llibres, 1989.

Programas-guía de actividades para el aprendizaje de la Física y Química en la Enseñanza Secundaria (quince-dieciséis años), con orientaciones didácticas para su puesta en práctica. Constituyen la revisión más reciente de los programas-guía de Física y Química del Seminario Permanente del Servei de Formació Permanent (antes ICE) de la Universidad de Valencia. Su orientación es la de un proyecto constructivista con énfasis en los contenidos conceptuales y procedimentales de la Física y Química, y una metodología de investigación orientada.

- UNESCO/OEI. *Guía didáctica. Educación y medio ambiente*. Madrid: Popular, 1989.

Una buena fuente de ideas y actividades para la introducción de cuestiones medioambientales en el currículo de Ciencias. Esta guía hace referencia a los contenidos del libro *Educación y medio ambiente*, citado en el apartado "Ciencia-tecnología-sociedad".

- VV. AA. *Proyecto AcAb*. Santiago de Compostela: ICE de la Universidad de Santiago de Compostela, Servicio de Publicaciones de la Universidad, 1987.

Un proyecto basado en una metodología de actividades abiertas *(AcAb)*, las cuales, partiendo de un hecho o sustancia conocida —el agua, el mármol, el cinc—, se abren a otras realidades, así como a los conceptos y métodos de la Ciencia, en un intento explícito de integrar método y contenido. El material para cada *AcAb* (Física y Química) comprende un esquema conceptual para el profesor y guiones de trabajo para los estudiantes, especialmente dirigidos al ciclo superior de E. G. B.

- YUS, R.; REBOLLO, M.; SORIA, L., y FERNÁNDEZ, T. *Curso de Ciencias Naturales, 1.° de B. U. P.* Vélez-Málaga: Elzevir, 1990.

Este libro es un programa guía de actividades dirigido a alumnos de 1.° de B. U. P. Los autores proponen cinco unidades didácticas, dos de Geología y tres de Biología. En cada unidad, se presentan problemas a resolver y se proponen actividades encaminadas a facilitar la construcción de conocimientos por parte de los alumnos, partiendo de sus ideas previas.

Proyectos extranjeros (traducidos)

- IPS. *Curso de introducción a las Ciencias Físicas: nivel intermedio*. Barcelona: Reverté, 1973 (*College Introductory Physical Science,* Prentince-Hall, 1967).

Proyecto para la enseñanza de las Ciencias Físicas; de hecho Química, en la Enseñanza Secundaria. Diseñado por el grupo IPS (*Introduction to Physical Sciences*), bajo el patrocinio de la Fundación americana *National Science Foundation* . Este proyecto, con una filosofía similar a la *Química Nuffield Básica*, ha tenido en nuestro país una gran influencia en el desarrollo del currículo de los proyectos introductorios de Química en la Enseñanza Secundaria. Consta de un libro del alumno y una guía del profesor.

- IPS. *Ciencias Físicas II*. Barcelona: Reverté, 1974.

Segundo volumen del curso IPS de Ciencias Físicas, que aborda temas de Física y Química combinada, tales como la corriente eléctrica y la electrólisis, y una visión globalizadora de la energía.

- NUFFIELD FOUNDATION. *Química Básica*. Barcelona: Reverté, 1969. (NF *Chemistry O level*. Longman, 1967. Revisión en 1978).

Se trata del curso modelo del proyecto Nuffield de Química para alumnos de 11 a 15 años, que supuso una innovación importantísima en la didáctica de la Química al enfocar su aprendizaje como una forma de redescubrimiento de los hechos y conceptos químicos a través de un conjunto de actividades investigativas, realizadas por los propios alumnos con la orientación del profesor.

Criticado por su filosofía inductivista y por su alta demanda intelectual, no puede olvidarse la gran influencia que este proyecto tuvo en todo el material para el aprendizaje de la Química que fue elaborado posteriormente, tanto por la calidad de las actividades experimentales propuestas como por la importancia concedida a la estructura conceptual de la Química.

Existen dos libros del alumno, un conjunto de hojas de laboratorio, un libro de datos, varios libros de lectura, una guía del proyecto y un manual del profesor, que ha sido reseñada en el apartado "Química".

- NUFFIELD FOUNDATION. *Física Básica*. Barcelona: Reverté, 1973. (*Nuffield Physics O level*. Longman, 1967. Revisión en 1978).

Se trata del curso de Física de la Fundación Nuffield para alumnos de once a quince años. De estructura diferente al de Química, pero con la misma perspectiva heurística, el proyecto está constituido por un conjunto de libros con cuestiones y una colección de libros con actividades experimentales. Existe también una guía del profesor.

Los contenidos correspondientes a cada año son: Materiales e instrumentos, moléculas y energía; Fuerzas, electrocinética, energía, calor y temperatura; Ondas, óptica, movimiento y fuerzas, electromagnetismo y electrostática; Leyes de Newton, teoría cinética, conservación de la energía, corriente eléctrica; Movimiento circular, corrientes de electrones, astronomía, ondas, radiactividad, Física atómica.

- NUFFIELD FOUNDATION. *Biología Básica*. Barcelona: Omega, 1970. (*Nuffield Foundation Biology*. Longman, 1968. Revisión en 1975).

Proyecto de Biología de la Fundación Nuffield para alumnos de once a quince años con numerosas propuestas de actividades con un enfoque investigativo.

Los contenidos del curso a lo largo de los cinco años son: Introducción a los seres vivos; La vida y los procesos vitales; El mantenimiento de la vida; Los seres vivos en acción, y La perpetuación de la vida.

El proyecto consta de cinco guías del profesor y varios libros de texto.

- NUFFIELD FOUNDATION. *Ciencia Combinada*. Barcelona: Reverté, 1974 (*Nuffield Combined Science Project*. Longman, 1970).

El primer proyecto de ciencia combinada de la Fundación Nuffield, diseñado para alumnos de once a trece años . Recogía en un solo proyecto de Ciencias las experiencias de los tres primeros cursos de los Nuffield de Física, Química y Biología básicos, pero adaptándolas a las necesidades de una escuela comprensiva.

Los centros de interés a través de los que se estructura el proyecto son: El mundo que nos rodea; La investigación de las regularidades; Cómo comienzan las cosas vivas; El aire; El agua; La electricidad; Las cosas pequeñas; La Tierra; Los insectos, y La energía.

El material consiste en diez libros de actividades y una guía del profesor en dos volúmenes.

- NUFFIELD FOUNDATION. *Proyecto Nuffield de Ciencias para la Enseñanza Secundaria*. Barcelona: Omega, 1975 (*Nuffield Secondary Science*. Longman, 1971).

Un proyecto de ciencia combinada pensado para que los profesores pudieran disponer de actividades y materiales adecuados para un amplio campo de capacidades y situaciones de enseñanza con alumnos de edades entre los trece y dieciséis años.

El material del proyecto está estructurado alrededor de siete temas: Interdependencia de los seres vivos; La continuidad de la vida; Biología del hombre; El empleo de la energía; La extensión de la percepción sensorial; Movimiento; Utilización de los materiales. También incluye un guía del profesor. De todos ellos sólo dos llegaron a ser traducidos: La extensión de la percepción sensorial y El empleo de la energía.

Gran parte de la renovación de los contenidos del área de Ciencias que han sido abordados en la década de los ochenta, en el sentido de dotarlos de una mayor relevancia, funcionalidad y diversidad, se encontraba ya apuntada en este proyecto, que continúa siendo una excelente fuente de recursos.

- PSNS. *Introducción a las Ciencias Físicas*. Barcelona: Reverté, 1971 (*An Approach to Physical Science. Physical Science for Nonscience Students*. John Wiley, 1969).

Un proyecto de introducción a las Ciencias Físicas (Física y Química combinada) elaborado para estudiantes no específicamente de Ciencias. Además del libro de texto existe un volumen dedicado a temas complementarios.

Proyectos extranjeros recientes de especial interés

Muchos de los proyectos que exponemos a continuación son actualizaciones de proyectos (no traducidos hasta la fecha) elaborados en los años sesenta, que han sido descritos en el apartado anterior. Véase el artículo "Projectes curriculars de Ciències: estructura i evolució" (Caamaño, 1991), reseñado en el apartado "Diseño curricular del área", si se está interesado en conocer la evolución de estos proyectos. Tres de ellos están siendo traducidos en la actualidad como material de uso interno para los grupos de trabajo en innovación curricular. Estas traducciones pueden obtenerse para uso personal mediante petición a la institución que se indica.

- CLISP. *Children Learning in Science Project*. Reino Unido: Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds, 1987.

Un proyecto para el aprendizaje de las Ciencias con una orientación constructivista, dirigido por R. Driver, de la Universidad de Leeds (Reino Unido), que hace más énfasis en las orientaciones para el desarrollo del aprendizaje que en el diseño de materiales concretos.

El proyecto consiste en una serie de unidades, en las que se proponen actividades a través de las cuales se desea conocer las ideas de los alumnos y discutirlas y modificarlas si es preciso.

Las unidades experimentadas giran alrededor de las ideas sobre la nutrición de las plantas, las ideas básicas sobre Química, la energía, el calor, la teoría corpuscular de la materia y la luz.

- *Exploring Science*. Essex (Reino Unido): Longman, 1987.

Un proyecto de Ciencia integrada para alumnos de trece a dieciséis años que se declara heredero del SCISP. Contiene una abundante colección de actividades prácticas intercaladas en el texto con objeto de ilustrar la teoría. Con un menor énfasis en la integración de los contenidos conceptuales que el SCISP, este proyecto está estructurado en tres libros de texto: *Making Patterns 1, Making Patterns 2* y *Using Patterns*. Para cada uno de los cuales existe una guía del profesor. Las unidades del primer libro son: El trabajo científico; La Tierra; Variedad; Evolución y adaptación; La célula; Moléculas; El átomo, y La energía. Algunas de las unidades del segundo y tercer libros son: Biosfera; Comunidad; Población; Litosfera; Carga eléctrica; Ácidos, y Corriente eléctrica.

- NUFFIELD 13 TO 16. Essex (Reino Unido): Longman, 1980.

Este proyecto es una plasmación para alumnos de una capacidad media de las ideas del *Nuffield Secondary Science* y del proyecto SCISP (*School Council Integrated Project*) —el proyecto de Ciencia integrada inglés de mayor repercusión de los años 60—. Estaba pensado como continuación de la etapa cubierta por la Ciencia Combinada Nuffield. La orientación del proyecto es de Ciencia integrada, y su estructura, modular.

Existen cuatro tipos diferentes de unidades o módulos: unidades básicas, unidades para alumnos que nada más cursaban una asignatura de Ciencias, unidades para los alumnos que cursaban dos asignaturas y unidades extras opcionales. En total 40 unidades, cada una de ellas acompañada por una guía del profesor. Existe también una guía general del proyecto, publicado en dos volúmenes.

El profesor debe secuenciar los contenidos y programar los cursos a partir de las unidades que se ofrecen en el proyecto.

- NUFFIELD 11 TO 13. Essex (Reino Unido): Longman, 1986.

Proyecto Nuffield para la enseñanza de las Ciencias en las edades de once a trece años, con una orientación de Ciencia combinada y

un énfasis especial en los procesos de la Ciencia en el primer año. Este proyecto puede considerarse una revisión de la *Ciencia Combinada Nuffield* (Reverté, 1974).

- NUFFIELD CO-ORDINATED SCIENCES. Essex (Reino unido): Longman, 1988.

Es el proyecto Nuffield de Ciencias más reciente para alumnos de catorce a dieciséis años. La estructuración de los contenidos se realiza manteniendo separadas la Física, la Química y la Biología, pero estableciendo un alto grado de coordinación entre ellas (Ciencia coordinada). Se ha puesto un gran énfasis en las aplicaciones de la Ciencia en la vida cotidiana.

Los contenidos son:

Física: Materia; Fuerzas y movimiento; Energía; Ondas y Electricidad.

Química: Materias primas; Uso de los materiales; Intercambios de energía en Química; La tierra y la agricultura; La tabla periódica, los átomos y el enlace.

Biología: La variedad de los organismos; Los procesos de la vida; Los seres vivos y su entorno; La continuidad de la vida.

El proyecto consta de tres libros de texto (uno para cada materia), tres colecciones de hojas de prácticas y una guía general.

Se están traduciendo al castellano y al catalán algunas unidades de estos proyectos Nuffield, por la Comisión de Ciencias del Colegio de Doctores y Licenciados de Cataluña, constituyendo memorias de trabajo del ICE de la Universidad Politécnica de Cataluña, 1990, 1991.

- SALTERS' CHEMISTRY PROJECT. Reino Unido: University of York, 1983-88.

- HILL, G.; HOLMAN, J., y otros. *Chemistry: The Salters' approach*. Oxford: Heinemann Educational, 1989.

Un proyecto para la enseñanza de la Química a alumnos de trece a dieciséis años, que parte de las aplicaciones de la Química en la vida cotidiana. Su estructura es modular.

Existen 16 módulos o unidades a lo largo de los tres años. Los títulos de las unidades son: Vestidos; Bebidas; Alimentos; Metales; Calor; Edificios; Procesado de alimentos; Crecimiento de las plantas alimenticias; Productos de limpieza; Minerales; Plásticos; Transporte de productos químicos; Combustión y enlaces; Energía para hoy y para mañana; Lucha contra las enfermedades.

El proyecto en su versión definitiva ha sido publicado en forma de libro de texto por la editorial Heinemann.

Traducción al catalán: Grup GIRONA. ICE de la Universidad Politécnica de Cataluña. Memorias de trabajo 1989, 1990, 1991.

- SALTERS' SCIENCE PROJECT. Reino Unido: University of York, 1990.

Un proyecto en fase de elaboración que desea abordar los contenidos de Ciencias en las edades once-quince de forma integrada, con el mismo enfoque que el *Salters* de Química.

- SATIS (*Science and Technology in Society*). Reino Unido: Herts, Association for Science Education (ASE), 1986.

Un proyecto para introducir elementos de ciencia-tecnología-sociedad en las clases de Ciencias para el periodo de edades doce-dieciséis. Consiste en un conjunto de 120 unidades, agrupadas en 12 volúmenes, sobre aspectos de Física, Química y Biología relacionados con la sociedad, el medio ambiente, la salud, etc. Cada unidad consta de información, una serie de actividades y unas orientaciones para el profesor en hojas de color diferente. Hay una guía general del proyecto, que contiene la justificación de la orientación ciencia-tecnología-sociedad en la enseñanza de las Ciencias.

Traducción (algunas unidades en castellano, otras en catalán): Comisión de Ciencias del Colegio de Doctores y Licenciados de Cataluña, Memoria de trabajo, ICE de la Universidad Politécnica de Cataluña, 1990, 1991.

- WARWICK SCIENCE PROJECT. Reino Unido: Ashford Press, 1986-88.

Un proyecto centrado en los procesos de la Ciencia para alumnos de doce a dieciséis años, con una estructura modular y una orienta-

ción diferente según los módulos (ciencia integrada a través de los procesos en el primer curso, ciencia combinada en el resto de cursos, etc.). En total, 64 unidades distribuidas en tres bloques (carpetas de cubiertas de color azul, verde y rojo). Cada carpeta contiene una introducción al proyecto, y cada unidad, orientaciones para el profesor. Los títulos de las unidades del primer curso, de carácter obligatorio, son: Hacer hipótesis; Hacer predicciones; Observemos; Deduzcamos; Controlando variables; Clasificando. Algunos de los títulos de los tres cursos restantes son: El aire y la atmósfera; La electricidad; La Ciencia de los alimentos; Los inventos; Mi cuerpo; Ecología forestal; El tiempo atmosférico; Las estructuras Químicas; La genética y el individuo; El medio ambiente; Los materiales; Las ondas.

El profesor debe secuenciar los contenidos y programar los cursos a partir de las unidades que se ofrecen en el proyecto.

- *Science of the Earth, A serie of units designed for sciences and Geology courses at GCSE-level*. Reino Unido: Earth Science Teachers Association.

Una muy interesante colección de unidades publicada por la asociación inglesa de profesores de Geología para hacer frente a la introducción de los contenidos de Geología en el currículo actual inglés.

Libros de prácticas y de actividades

Todos los proyectos citados anteriormente contienen propuestas de actividades en el aula. A continuación seleccionamos otras publicaciones que únicamente contienen actividades o trabajos prácticos.

- Colección *El Mochuelo pensativo*. Madrid: Akal, 1989.

De los libros publicados hasta ahora en esta colección, seis son guías de actividades prácticas de Ciencias que pueden ser utilizadas por los profesores al elaborar sus unidades didácticas. Cuatro están dedicados a la Biología: número 3, *Cría y estudio de animales pequeños*; número 9, *Experiencias de Biología I: Microorganismos*; número 10, *Experiencias de Biología II: Vegetales*; y número 11, *Experiencias de Biología III: Animales*, de CALABRIA, M. Y dos a la Física y Química: número 5, *La energía en los experimentos*; y número 12, *Experimentos de Química*, de GARCÍA-QUISMONDO, J.

- GRUPO ALKALI. *Apuntes para un taller de Ciencias*. Los Santos de Maimona (Badajoz): Asociación Pedagógica Escuela de Verano de Extremadura (EVEX), 1986.

Se presentan un compendio de experiencias que van desde la utilización de la ciencia-ficción y el juego en el aula hasta actividades relacionadas con la astronomía o la electricidad. Muchas de ellas son clásicas y otras más novedosas. Es interesante la bibliografía que acompaña a cada capítulo que permite completar estos "apuntes".

- NUFFIELD COORDINATED SCIENCES. *Physics Worksheets, Chemistry Worksheets, Biology Worksheets*. Essex (Reino Unido): Longman, 1988.

Este material forma parte de los proyectos ya descritos en el apartado "Proyectos extranjeros (traducidos)". Han sido traducidos por un grupo de trabajo del ICE de la Universidad Politécnica de Cataluña/Colegio de Licenciados.

- UNESCO. *Manual de la UNESCO para la enseñanza de las Ciencias*. Ed. Sudamericana, 1975.

Se presenta un amplio repertorio de material científico poco sofisticado que en muchos casos puede elaborarse con materiales de desecho. Plantea también experiencias sencillas e ingeniosas.

Física

- ENOSA. *Manuales de experiencias de Mecánica, Electricidad, Calor y Óptica*. Madrid, 1963.

Manuales que se encuentran en los laboratorios acompañando al material de ENOSA.

- NUFFIELD. *Física Básica. Colección de experimentos*. Barcelona: Reverté.

Este material forma parte de los proyectos ya descritos en el apartado "Proyectos extranjeros (traducidos)".

- SEMINARIO DE VALENCIA. *Trabajos prácticos como pequeñas investigaciones (con numerosos ejemplos del campo de la Física)*. Valencia: ICE de la Universidad de Valencia, 1980.

Una propuesta para abordar los trabajos prácticos de Física y Química con carácter de investigación.

Química

- GRUP MARTÍ FRANQUÉS. *Estats d'agregació de la materia*. Barcelona: ICE de la Universidad Politécnica de Cataluña, 1984.

Colección de experimentos sobre sólidos, líquidos y gases.

- NUFFIELD. *Química Nuffield Experimentos*. Barcelona: Reverté, 1970.

Este material forma parte de los proyectos ya descritos en el apartado "Proyectos extranjeros (traducidos)".

- NUFFIELD. *Química Nuffield. Investigaciones de laboratorio*. Barcelona: Reverté, 1970.

Este material forma parte de los proyectos ya descritos en el apartado "Proyectos extranjeros (traducidos)".

Biología

- BUIZA, C., y otros. *Los árboles*. Madrid: Ayuntamiento de Madrid, Servicio de Educación., 1984.

Monografía multidisciplinar sobre los árboles, estudiados desde varios puntos de vista: su conocimiento, su funcionamiento, su utilidad y su presencia social y cultural. Va acompañado de varias láminas recortables con todos los compuestos (hoja, flor, fruto) de cada uno de ellos.

- BUIZA, C., y otros. *La Casa de Campo*. Madrid: Ayuntamiento de Madrid, Servicio de Educación, 1985.

Las autoras proponen actividades para el estudio de tres ecosistemas de la Casa de Campo: lago, encinar y bosque de ribera. La guía de actividades para el alumno va acompañada del libro del profesor con las orientaciones didácticas y de una serie de láminas de identificación con ejemplares característicos de la fauna y la flora. La utilidad de este libro radica en que las actividades pueden adaptarse fácilmente para el estudio de ecosistemas naturales en otras regiones.

- CAÑEQUE, J.; MARTÍNEZ, J.; PULIDO, C., y ROIZ, J. M. *Actividades de laboratorio*. Madrid: TSD. Enosa/Mare Nostrum, 1990.

Se trata de una colección de trabajos prácticos de Ciencias Naturales que consta de ocho volúmenes agrupados en dos niveles:

I. Tercer ciclo de Enseñanza Primaria (diez-doce años) y primer ciclo de Enseñanza Secundaria Obligatoria (doce-catorce años).

II. Segundo ciclo de Enseñanza Secundaria Obligatoria (doce-dieciséis años) y Enseñanza Secundaria Postobligatoria.

Para cada nivel hay dos libros del alumno (Biología y Geología) y dos libros del profesor. Los libros del alumno contienen las fichas con las instrucciones y los recursos necesarios para realizar las actividades. Los libros del profesor contienen las fichas con referencias didácticas y técnicas, los posibles resultados de la experiencia y las respuestas a las cuestiones formuladas a los alumnos.

- GAVIÑO, G.; JUÁREZ, J. C., y FIGUEROA, H. *Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo*. México: Limusa, 1984.

Este libro proporciona a los profesores de Biología de Secundaria un conjunto de técnicas de laboratorio y de campo que pueden utilizar como instrumento para preparar con sus alumnos los trabajos prácticos.

Geología

- GUADILLA, D. *Geología, investigaciones geológicas*. Zaragoza: Vicens Vives, 1974.

Un libro de prácticas clásico de Geología.

- LILLO, J., y otros. *Prácticas de Geología*. Valencia: Ecir, 1978.

Se trata de un manual muy conocido de prácticas de Geología para alumnos de Bachillerato y C. O. U. Las prácticas propuestas pueden servir de base a los profesores para diseñar las actividades de sus unidades didácticas.

- LLUCH, R., y MARTÍNEZ-TORRES, L. M. *Prácticas de Geología 1. Introducción a la cartografía geológica*. Sección Geología de la Universidad del País Vasco, 1989.

Contiene buenos ejercicios para trabajar la tridimensionalidad, tan importante para entender los fenómenos geológicos.

- GARCÍA, A.; MARTÍNEZ, L. M., y MORENO, L. F. *Cuadernos de trabajo de Ciencias Naturales*. Asociación para la Renovación Pedagógica del País Valenciano, 1985.

La presentación de este cuaderno no es muy atractiva, pero contiene ejercicios de casi todos los temas de Geología.

- BENNISON, G. M. *An introduction to geological structures and maps*. Londres: Ed. Etward-Arnold (Publishers LTD), 1975.

Colección de ejercicios cuidadosamente seleccionados, en orden creciente de complejidad, para introducir a la cartografía geológica.

Libros de biblioteca

Libros de lectura para el alumnado

- ASIMOV, I. Barcelona/Madrid: Alianza/Plaza Janés.

Asimov ha escrito una gran número de obras de divulgación científica, con un estilo ameno, que puede ser muy apropiado para estudiantes de Secundaria. Citamos a continuación algunos de ellos.

Editorial Alianza

— *El Universo.*

— *Cien preguntas básicas sobre Ciencia.*

— *Momentos estelares de la Ciencia.*

— *El electrón es zurdo.*

— *La tragedia de la Luna.*

— *Los lagartos terribles y otros ensayos.*

— *Historia del telescopio.*

— *Historia de la energía nuclear.*

Editorial Plaza-Janés

— *Introducción a la Ciencia.*

— *Las amenazas de nuestro mundo.*

— *La búsqueda de los elementos.*

— *Los gases nobles.*

— *Vida y tiempo.*

— *Principio y fin.*

Biblioteca Científica Salvat. Madrid/Barcelona: Salvat, 1985-1989.

En esta colección se han publicado 100 volúmenes muy interesantes como libros de lectura para alumnos de Enseñanza Postobligatoria y profesores. Algunos títulos a modo ejemplo son:

— DAWKINS, R. *El gen egoísta.*

— CHARIG, A. *La verdadera historia de los dinosaurios.*

— GRIBBIN, J. *En busca del gato de Schrödinger.*

— EINSTEIN, A., e INFELD, L. *La evolución de la Física.*

— WATSON, J. *La doble hélice.*

— ROSSOTTI, H. *Introducción a la Química.*

— GARDNER, M. *La explosión de la relatividad.*

— ATKINS, P. W. *La creación.*

— DAVIES, P. *El Universo desbocado.*

— TREFIL, J. S. *De los átomos a los quarks.*

— CALDER, N. *¡Que viene el cometa!*

Biblioteca Salvat de grandes Biografías. Madrid/Barcelona.

Esta colección recoge las biografías de los siguientes científicos:

Número 3: *Einstein.*

Número 40: *Galileo.*

Número 11: *Marie Curie.*

Número 18,19: *Pasteur.*

Número 26: *Edison.*

Número 46: *Kepler*.

Número 99 y 100: *Newton*.

- **Colección Aula Abierta Salvat**. Madrid/Barcelona: Salvat, Temas Clave, 1983.

Veinte libros de esta colección tratan temas de Ciencias Experimentales. Son muy adecuados como libros de lectura y consulta para alumnos de la etapa de doce a dieciséis años en adelante. Algunos títulos, a modo de ejemplo, son:

Número 1: *La crisis de la energía*.

Número 3: *El Universo*.

Número 6: *La vida: origen y evolución*.

Número 29: *Los caminos de la Física*.

Número 38: *La energía del átomo*.

Número 39: *Nuestros genes*.

Número 51: *La Tierra, planeta vivo*.

Número 75: *El relieve de la Tierra*.

Número 81: *El cuerpo humano*.

Número 85: *La Química, Ciencia de la materia y el cambio*.

- **Colección Ciencia hoy**. Madrid: Pirámide, 1988.

Los libros de esta colección tratan temas de actualidad científica, como la manipulación de genes, el origen del Universo o la evolución, de forma amena y rigurosa. Algunos títulos a modo de ejemplo son:

— GRIBBIN, J. *En busca del Big Bang*.

— GRIBBIN, J. *El efecto invernadero y Gaia*.

— RIDLEY, M. *La evolución y sus problemas*.

— NOWOLL, J. *Manipuladores de genes*.

— DULBECCO, R. *Ingenieros de la vida*.

- **Colección Pioneros de la Ciencia y los Descubrimientos**. La Coruña: Ed. Adara, 1977.

Una excelente colección que desgraciadamente quedó incompleta. Las monografías publicadas han sido:

— ELLIS, K. *Thomas Edison. Genio de la electricidad.*

— RATTANSI, P. M. *Isaac Newton y la gravedad.*

— DURRELL, G. *Mi familia y otros animales.* Barcelona/Madrid: Alianza Tres, núm. 20, 1979.

— DURRELL, G. *Bichos y demás parientes.* Barcelona/Madrid: Alianza Tres, núm. 62, 1980.

— DURRELL, G. *En el jardín de los dioses.* Barcelona/Madrid: Alianza Tres, núm. 82, 1981.

Los libros de este naturalista británico, publicados por Alianza y Planeta, son libros de lectura adecuados para alumnos de Enseñanza Obligatoria. En estos libros el autor narra de manera muy divertida su infancia en la isla de Corfú. Describe las relaciones con su familia y con los habitantes de la isla, así como las costumbres de los animales que va descubriendo, tanto en los alrededores de su casa como en las distintas excursiones que realiza por la isla.

- GOULD, J. S.
  - *Desde Darwin. Reflexiones sobre la Historia Natural.* Madrid: Hermann Blume, 1983.
  - *El pulgar del panda.* Madrid: Hermann Blume, 1983.
  - *Dientes de gallina y dedos de caballo. Más reflexiones acerca de la Historia Natural.* Madrid: Hermann Blume, 1984.

El autor, paleontólogo de prestigio internacional, recoge en estos tres libros una serie de charlas y conferencias sobre temas de evolución. Están escritos de una forma muy amena, por lo que su lectura resulta adecuada para alumnos de Enseñanza Secundaria.

- *Historia de la Tierra. Descubramos nuestro mundo.* Barcelona: Ediciones Montena, 1981.

Un buen libro de Geología histórica, muy bien ilustrado. Especialmente indicado para alumnos de doce-catorce años.

- JENNINGS, T. *El joven investigador. Rocas y suelos.* Madrid: Ediciones S. M., 1986.

Libro ameno con propuestas de actividades para el lector.

- *Planeta Tierra*. Madrid: Espasa-Calpe, Colección Mundo Insólito, 1983.

Texto especialmente indicado para alumnos de doce a catorce años. Aporta muchos datos concretos.

- **Serie Metatemas**. Barcelona: Tusquets.

En la misma línea que la Biblioteca Científica Salvat, se ha publicado esta serie de libros complementarios. Por ejemplo:

— SCHRÖDINGER, E. *¿Qué es la vida?*

— MONOD, J. *El azar y la necesidad.*

— CRICK, F. *Qué loco propósito.*

Libros de consulta para el profesor y el alumno

- ASIMOV, I. *Enciclopedia biográfica de Ciencia y Tecnología.* Revista de Occidente. Madrid/Barcelona: Alianza, 1973.

Una excelente enciclopedia que recoge la vida y la obra de 1197 científicos desde la Antigüedad hasta nuestros días.

- **ATLAS**. *Colección Ciencias*. Barcelona: Ediciones Jover.

En esta colección se han publicado una serie de atlas muy útiles como fuente de información y consulta. Algunos de ellos son:

— *Atlas de Anatomía Humana.*

— *Atlas de Anatomía Animal.*

— *Atlas de Mineralogía.*

— *Atlas de Astronomía.*

— *Atlas de Botánica.*

— *Atlas de Geología.*

— *Atlas de Zoología. Vertebrados.*

— *Atlas de Zoología. Invertebrados.*

— *Atlas de Microscopía.*

— *Atlas de Parasitología.*

— *Atlas de Fósiles.*

Ciencia-Futuro. Barcelona: Grijalbo, 1991.

El interés de los 10 volúmenes de esta enciclopedia, traducción de *Encyclopaedia of the Earth*, radica en el enfoque Ciencia-tecnología-sociedad con el que se abordan los distintos temas. Es, por tanto, un excelente fuente de información y de recursos para introducir elementos de Ciencia-Tecnología-Sociedad en el currículo de Ciencias en Enseñanza Secundaria.

Colección El mundo del saber. Barcelona: Jaimes Libros, 1980.

Textos de consulta, que contienen, a pie de página, un vocabulario muy extenso de términos geológicos.

— HARBEN, P. *La Tierra.*

— JOHN, D., y MOODY, R. *El mundo prehistórico.*

Colección Las Ciencias Naturales. Barcelona: Hora, 1982.

En esta colección se publica la traducción de la obra *Zoologie et Botanique* de Editions Bordas (París). Consta de siete libros —tres de Biología, uno de Geología, uno de Ecología, uno de Botánica y uno de Zoología— y pueden ser utilizados tanto por los alumnos como libros de consulta, como por los profesores para diseñar sus unidades didácticas.

Cómo funciona. Enciclopedia Salvat de la Técnica (10 vols.). Barcelona/Madrid: Salvat, 1989.

Una Enciclopedia de la Técnica que puede ser de gran utilidad en la biblioteca del centro.

Guías de Campo

Diversas editoriales, como Omega, Grijalbo, EUNSA, etc., han publicado guías de campo para el conocimiento del medio natural. Algunos ejemplos son:

— *Guía de campo de las flores de Europa*. Barcelona: Omega.

— *Guía de campo de reptiles y anfibios*. Barcelona: Omega.

— *Guía de campo de insectos de España*. Barcelona: Omega.

— *Moluscos*. Barcelona: Grijalbo.

— *Mamíferos*. Barcelona: Grijalbo.

— *Rocas y minerales*. Barcelona: Grijalbo.

— *Plantas y animales de España y Europa*. Pamplona: EUNSA.

- JIMÉNEZ, S. *Minerales y fósiles*. Bilbao: Ed. Iberduero, 1989.

Interesante por el hecho de proporcionar datos sobre la ubicación de minerales y fósiles en España.

- PARKER, S. *Ventana al mundo: Cómo es la Tierra*. Barcelona: Plaza Joven, S. A., 1989.

Libro de tipo enciclopédico de consulta general. Posee buenas ilustraciones.

- SYMUS, R. F. *Rocas y minerales*. Madrid: Biblioteca Visual Altea, Taurus, Alfaguara, 1990.

Un libro muy bien ilustrado, útil para la identificación de minerales y rocas.

Revistas

Revistas específicas de Didáctica de las Ciencias

Ciencias

- *Enseñanza de las Ciencias*

La única revista española de investigación en la Didáctica de las Ciencias. Es publicada desde 1983 conjuntamente por el ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona y por el Servicio de Formación

del Profesorado de la Universidad de Valencia. Está estructurada en los siguientes *apartados*: Investigación y experiencias didácticas; Otros trabajos; Historia de las Ciencias y enseñanza; Bibliografía y noticias. El apartado de bibliografía comprende las subsecciones siguientes: Reseñas bibliográficas; Selecciones bibliográficas temáticas; Presentación de revistas; Tesis y tesinas didácticas; Reseñas de congresos; Jornadas y líneas de trabajo.

Periodicidad: cuatro números al año.

Suscripción: ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona, Edifici Rectorat, Bellaterra (Barcelona).

◪ *International Journal of Science Education*

Una revista de investigación en la Didáctica de las Ciencias en lengua inglesa que nació en 1979 con el objetivo de difundir y promover la investigación en el ámbito europeo (antes se denominaba *European Journal of Science Education*). Está estructurada en cuatro secciones fijas y otras que aparecen con regularidad: Artículos generales; Innovación en la enseñanza de las Ciencias; Investigación y Noticias e información, como fijas; y Reseñas de libros; Información de centros de investigación educativa en Ciencias y Sumarios de las tesis doctorales y tesinas presentadas en Europa, como regulares.

Periodicidad: cuatro números al año, más un número monográfico.

Suscripción: Taylor and Francis, 4 John Street, London WC1N 2 ET, Reino Unido.

◪ *Aster* (Recherches en didactique des sciences expérimentales)

Una publicación periódica francesa sobre la didáctica de las Ciencias experimentales. Cada número es de carácter monográfico. Se publica desde 1985. Algunos de los temas tratados han sido: Aprender Ciencias; Explorando el ecosistema; Comunicación en Ciencias y Didáctica de las Ciencias e historia de las Ciencias.

Periodicidad: dos números al año.

Suscripción: Institut National de Recherche Pédagogique, 29, rue d'Ulm, 75230 Paris Cedex 05.

- *The School Science Review*

Una revista inglesa sobre la enseñanza de las Ciencias a nivel de Enseñanza Secundaria, de gran interés. Está estructurada en las siguientes secciones: Artículos generales; Experiencias didácticas; Intercambio de opiniones y Reseñas de libros.

Periodicidad: cuatro números al año.

Suscripción: ASE (Association for Science Education), College Lane, Hatfield, Herts AL 09AA, Reino Unido.

Damos a continuación la referencia de las revistas más importantes especializadas en la enseñanza de cada una de las disciplinas científicas: Física, Química, Biología y Geología.

Física

- *The Physics Teacher*

Artículos sobre la enseñanza de la Física a nivel de Bachillerato y primer curso de Universidad.

Periodicidad: seis números al año.

Suscripción: The American Association of Physics Teachers, 5110 Roano Ke Place, Suite 101, College Park MD 20740, U. S. A.

Química

- *Chemmatters*

Una revista pensada para los estudiantes de Química de Enseñanza Secundaria. Proporciona información y material muy útil para las clases de Química en relación con el medio y las aplicaciones de la Química.

Periodicidad: cuatro números al año.

Suscripción: American Chemical Society, P. O. Box 57136, West End Station, Washington D. C. 20037.

Biología

- *The American Biology Teacher*

Órgano oficial de la Asociación Americana de Profesores de Biología. Contiene artículos de didáctica de la Biología de cáracter gene-

ral, presentación de experiencias y secciones regulares dedicadas a ejercicios de laboratorio, metodologías de observación, guías de prácticas y noticias e informaciones diversas del campo de la Biología.

Periodicidad: ocho ejemplares al año.

Suscripción: NABT, 11250 Roger Bacon Dr., 19 Reston VA 22090, U. S. A.

Geología

Teaching Earth Sciences

Publicada por la *Earth Sciences Teacher Association* inglesa. Dirigida a la Enseñanza Secundaria(doce-dieciocho, años).

Periodicidad: cuatrimestral.

Suscripción: Dr. Dee Edwards, Department of Earth Sciences, Open University, Walton Hall, Milton Keynes, MK7 6HH, Reino Unido.

Revistas pedagógicas de carácter general

Cuadernos de Pedagogía

Revista de pedagogía de carácter teórico y práctico. Está estructurada en las secciones siguientes: un conjunto de artículos sobre una tema monográfico; ejemplos de experiencias didácticas de todos los niveles no universitarios: Preescolar, E. G. B., B. U. P. y F. P.; Investigación educativa; Debate; Libros y Mural de noticias.

Destacamos los últimos monográficos sobre las Ciencias Experimentales: 1988, número 155 *(Construir las Ciencias)*; 1990, número 180 *(Ciencias de la Naturaleza)*.

Periodicidad: once números al año.

Suscripción: Editorial Fontalba, C/ Valencia, 359, 6.°, 08009 Barcelona.

Investigación en la escuela

Revista de investigación educativa estructurada en las secciones siguientes: Fundamentos; Investigación e innovación escolar; Entrevista y Fichero didáctico.

Periodicidad: tres números al año.

Suscripción: Diada Editoras, C/ Isaac Albéniz, 3, bajo dcha. 41007 Sevilla.

Revistas de divulgación científica

- *Conocer*

Revista de divulgación científica muy apropiada para los estudiantes de Secundaria.

Periodicidad: mensual.

Suscripción: Paseo de la Castellana, 184, 28406 Madrid

- *Muy interesante*

Revista de divulgación científica de un nivel asequible a los alumnos de Secundaria, y una muy buena presentación gráfica.

Periodicidad: mensual.

Suscripción: C/ Marqués de Villamagna, 4, 28001 Madrid.

- *Natura*

Revista dedicada al medio natural y a la vida y adaptación de las plantas y animales. Buena presentación gráfica. Muy adecuada para la lectura de los estudiantes de Secundaria.

Periodicidad: mensual.

Suscripción: EDISA, C/ López de Hoyos, 141, 28007 Madrid.

- *Ibérica*

Revista de divulgación científica que aborda también temas de carácter tecnológico relacionados con la industria.

Periodicidad: mensual.

Suscripción: IBÉRICA. Apartado 23095, 08080 Barcelona.

Mundo Científico

Edición española de *La Recherche*.

Periodicidad: mensual.

Suscripción: Editorial Fontalba, C/ Valencia, 359, 6.°, 08009 Barcelona.

Investigación y Ciencia

Edición española de la revista *Scientific American*.

Peridicidad: mensual.

Suscripción: C/ Calabria, 235-239, 08029 Barcelona.

Impacto, Ciencia y Sociedad

Revista de divulgación científica con trasfondo humano, de carácter monográfico, editada por el Instituto de Cooperación Iberoamericana y la Oficina de Educación Iberoamericana.

Periodicidad: trimestral.

Suscripción: Mundi Prensa Libros, S. A., C/ Castelló, 37, 28001 Madrid.

Integral

Editada por Oasis, aborda aspectos de conservación y educación ambiental. Incluye el periódico *El correo del sol* con artículos sobre estudios ecológicos, viajes, deportes alternativos, alimentación natural. Aporta información sobre publicaciones y otros materiales recientes relacionados con los temas que aborda.

Periodicidad: mensual.

Suscripción: P.° Maragall, 371. 08032 Barcelona.

Quercus

Dedica sus artículos y trabajos a la observación, estudio y defensa de la Naturaleza. Ofrece información general sobre temas ambientales, pudiendo ser útil para el alumnado de Secundaria.

Periodicidad: trimestral.

Suscripción: C/ La Pedriza, 1. 28002 Madrid.

Recursos materiales

Material videográfico[1]

Colección de la BBC

Biovídeo

Serie con seis títulos:

Locomoción

Fotosíntesis

Reproducción sexual en los animales

Sentidos animales

La evidencia de la Evolución

Introducción a los Invertebrados

Se presentan seis cintas de treinta minutos. Resulta de interés la transversalidad con que están tratados cada uno de los capítulos. En alguna ocasión, el nivel de lo explicado puede exceder al necesario, pero esto puede solucionarse con un adecuado manejo de la guía didáctica. Todos los capítulos presentan una interesante guía didáctica, que contiene el guión del vídeo, glosario de términos y hojas de trabajo.

1 La información de este apartado *ha sido realizada por el Programa de Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación*. La mayor parte de los materiales que en él se citan se pueden encontrar en los Centros de Profesores y han sido utilizados y evaluados por el Programa de Nuevas Tecnologías.

A través de los ojos de los animales

Dos cintas de veinticinco minutos. Se muestra la percepción que tienen los animales del mundo que los rodea. Percepción del espectro de la luz blanca, radiación infrarroja y ultravioleta. Relación entre comportamiento y percepción visual. Presenta una guía didáctica, que contiene guión de contenidos, glosario de términos, guión técnico vídeo/audio y temporalización por bloques. Cada bloque presenta una serie de cuestiones de análisis y discusión.

Salva una vida

Está formado por dos cintas de treinta minutos. Primeros auxilios: vías respiratorias, posiciones de recuperación, respiración boca a boca, reanimación cardiopulmonar, ataque al corazón, asfixia. Presenta una interesante y exhaustiva guía didáctica con abundante información y actividades.

Producida por BBC. Distribuye: International Education and Training Enterprises.

Colección de Didascalia

Química 1, 2, 3, 4 y 5 (duración media: 30 minutos).

Industrias Químicas 1, 2 y 3 (duración media: 30 minutos).

Ondulatoria 1 y 2 (duración media: 35 minutos).

Cinemática 1 (29 minutos).

Electricidad 1 (28 minutos).

Física atómica (29 minutos).

Termología 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 (duración media: 30 minutos).

El objetivo de la colección es cubrir todo el campo disciplinar con un nivel de contenidos correspondiente a la etapa obligatoria de la Educación Secundaria, aunque con desigual fortuna. Su formato corresponde frecuentemente a la visualización de experiencias escolares de laboratorio, salvo en la colección de *Termología*, que por su propia extensión cubre todos los tópicos termodinámicos, que maneja una amplia gama de herramientas videográficas.

Distribuye: Didascalia.

Colección Educational de la Enciclopedia Británica

Serie Ciencias de la Tierra: Astronomía

El Universo, más allá del sistema solar (18 minutos).

Serie Ciencias de la Tierra: Geología

Explorando el planeta Tierra. (20 minutos).

Volcanes: explorando la inquieta Tierra (18 minutos).

¿Por qué perduran las montañas? (21 minutos).

Rocas que se forman en la superficie de la Tierra (17 minutos).

Serie Ciencias de la Vida: Botánica

Origen de las plantas terrestres: musgos y hepáticas (14 minutos).

Gimnospermas (14 minutos).

Serie Ciencias de la Vida: Microbiología

Bacterias (19 minutos).

Clasificando microorganismos (15 minutos).

Serie Ciencias de la Vida: Zoología

Equinodermos: la estrella de mar y sus más allegados (15 minutos).

¿Qué es un pez? (22 minutos).

¿Qué es un anfibio? (12 minutos).

¿Qué es un reptil? (18 minutos).

¿Qué es una ave? (17 minutos).

¿Qué es un mamífero? (14 minutos).

- **Serie Ciencias de la Vida: Reproducción, Herencia y Evolución**

  La herencia (15 minutos).

- **Serie Ciencias de la Vida: Biología general**

  Biología genética (16 minutos).

- **Serie el cuerpo humano**

  El esqueleto (17 minutos).

  El corazón y el sistema circulatorio (16 minutos).

  El encéfalo humano (24 minutos).

  La sangre, un milagro microscópico (22 minutos).

  El sistema nervioso (17 minutos).

  El sistema digestivo (18 minutos).

  El sistema endocrino (22 minutos).

  Los pulmones y el sistema respiratorio (17 minutos).

- **Serie Ciencias Físico-Químicas**. Duración media: de quince minutos

  Comportamiento de la materia.

  Energía atómica: interior del átomo.

  Evidencia de la teoría atómica-molecular.

  Teoría atómica y química.

  Teoría molecular de la materia.

  Radioisótopos.

  Explorando la materia: cambio químico.

  Los electrones trabajan.

  Palancas.

  Planos inclinados.

  Máquinas simples trabajando juntas.

Electricidad estática y corriente eléctrica.

Electricidad y magnetismo.

Corriente eléctrica y circuitos.

Transferencia calor-energía.

Calor, temperatura y propiedades de la materia.

Flotación.

Ruedas y ejes.

Poleas.

¿Qué es el calor?

¿Qué es la corriente eléctrica?

¿Qué es el magnetismo?

¿Qué es la luz?

¿Qué es la energía nuclear?

Circuitos eléctricos.

El sonido.

El átomo: su comprensión.

La eterna búsqueda: fuerza y energía.

Las películas de esta colección tienen una duración que didácticamente es muy apropiada para mantener la atención de los alumnos, y se acompañan de una pequeña guía donde se reseñan: resumen, objetivos educativos y actividades sugeridas para realizar antes y después de la proyección. Su enfoque es eminentemente didáctico, con pluralidad de escenarios y buena calidad de imagen.

Producido por la Enciclopedia Británica. Distribuido por ÁNCORA AUDIOVISUAL, S. A.

Colección educativa de TVE

Serie A pleno sol

Serie de televisión cuyos capítulos de treinta minutos tratan de manera monográfica diversos ejemplos de la vida animal. Por ejemplo: quelonios, murciélagos, aves, etc.

Serie El planeta milagroso

Hace cuatro mil seiscientos millones de años.

Enfriamiento de la Tierra.

El origen del oxígeno.

¿Cómo se hizo habitable?

Desaparición de los dinosaurios.

Los glaciares: sus efectos.

Avance de la desertización: el Sáhara.

Desde los campos de lava.

La atmósfera: nuestra capa protectora.

La Tierra se queja.

Formación de los continentes.

Los desastres de la deforestación.

Los capítulos tienen sesenta minutos de duración cada uno y están agrupados en cintas de dos horas. Los capítulos son excesivamente largos y para su buen aprovechamiento didáctico se requiere la elaboración de guías de trabajo.

Fauna Ibérica

Los señores del bosque.

Al borde de la extinción.

Los prisioneros del bosque.

Rapaces nocturnas.

El río viviente.

Serie de RTVE formada por capítulos de sesenta minutos que describen diversos ecosistemas de la península Ibérica, explicando los factores bióticos y abióticos que los definen. Los mencionados son algunos de los títulos.

Más vale prevenir

Serie de RTVE cuyos programas tienen una duración aproximada de cuarenta y cinco minutos. Normalmente divididos por bloques de

quince a veinte minutos. Trata diversos aspectos referentes a higiene y salud. Algunos de los temas tratados a modo de ejemplo: factor Rh; higiene; pediculosis; la sangre: hemofilia; colesterol; clima y salud; quistes hidatídicos; animales domésticos; tétanos; etc.

Todas ellas se han presentado en Televisión Española.

Distribuye: El Corte Inglés.

Colección El ojo científico

Conservar el calor.

Ácidos.

Fuego y llamas.

Fuerza y fricción.

Gravedad.

La regulación de la temperatura.

Desecación.

Más ligero que el aire.

Microbios y enfermedades.

Estados de la materia.

Se presenta en diez cintas de veinte minutos cada una. Los programas están construidos siguiendo todos la misma pauta: observar un hecho, emitir una hipótesis, comprobarla y establecer una conclusión. Todos los títulos presentan una interesante guía didáctica con recomendaciones de uso para el profesor, actividades y cuestiones para los alumnos.

Distribuye: Metrovídeo. Imagen 35 & Asociados, S. A.

Colección Fundación Serveis de Cultura Popular

Cada cinta contiene los títulos que se citan debajo.

Astronomía I

Satélites del Sol (12 minutos).

Cometas (12 minutos).

La vida de las estrellas (20 minutos).

Botánica I

El proceso de polinización (16 minutos).

Germinación y crecimiento de las plantas (16 minutos).

Dispersión de frutos y semillas (15 minutos).

El ciclo vital de una planta fanerógama (11 minutos).

Movimientos de las Plantas (5 minutos).

Ecosistemas

Aproximación a un delta (12 minutos).

Un átomo en un encinar (12 minutos).

Ecosistema urbano (17 minutos).

Geología. Meteorología. Energía

La deriva de los continentes (10 minutos).

La superficie de la Tierra (17 minutos).

Los glaciares (12 minutos).

Fenómenos atmosféricos (13 minutos).

Energía eólica (12 minutos).

La energía y sus transformaciones (9 minutos).

Hongos

Hongos (18 minutos).

Los hongos y el hombre (19 minutos).

- **Insectos I**

  Metamorfosis incompleta (18 minutos).

  Metamorfosis completa (21 minutos).

  Insectos útiles al hombre (16 minutos).

  Insectos perjudiciales para el hombre (18 minutos).

- **Invertebrados y vertebrados**

  Los invertebrados (13 minutos).

  Los vertebrados (12 minutos).

- **La química de la cocina**

  Frutas y verduras (10 minutos).

  Carnes y pescados (13 minutos).

  Conservas (10 minutos).

- **Los cinco reinos**

  La clasificación de los cinco reinos (23 minutos).

  Los cinco reinos: una introducción a la teoría de Lynn Margulis (30 minutos).

- **Microbiología I**

  La ameba (14 minutos).

  Protistas: protozoos y algas (14 minutos).

  Organismos pluricelulares simples: esponjas, celentéreos y platelmintos (20 minutos).

- **Presión atmosférica** (11 minutos).

- **Química en acción**

  Aplicaciones industriales de la sal I (20 minutos).

  Aplicaciones industriales de la sal II (20 minutos).

La piedra caliza (20 minutos).

El aluminio (20 minutos).

El hierro y el acero (20 minutos).

Sobre la célula

La célula: una introducción (5 minutos).

Estructura y fisiología de la célula (15 minutos).

Mitosis (15 minutos).

Meiosis: reproducción de los seres vivos (15 minutos).

Las películas se acompañan de una pequeña guía con las mismas intenciones educativas que las de la *Enciclopedia Británica*; sin embargo, el objetivo de estas películas es más ambicioso que el de las anteriores, dado que no se ciñen a un tópico disciplinar, sino que pretenden abarcar un campo completo de conocimientos disciplinares con un nivel de contenidos que se corresponde con el conjunto de la Educación Secundaria.

Colección de materiales para la salud

Serie Método práctico de información sexual en el hogar, la escuela y la enseñanza

La primera visita a un Centro de Planificación Familiar (25 minutos).

Esos bichitos inoportunos (25 minutos).

Embarazo y parto (28 minutos).

Los aspectos tratados son la necesidad de información sobre sexualidad y la misión de los Centros de Planificación Familiar (1). Las Enfermedades de Transmisión Sexual (ETS); La información sobre las ETS; Precauciones higiénicas y sanitarias frente al embarazo; Fases del embarazo. El parto, cuidados (3). Puede ser útil para promover debates y modificar actitudes. Existen materiales de trabajo que produce de forma independiente la misma empresa.

Distribuye: Medusa. Materiales de Educación para la Salud.

Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia

La actividad de un volcán (16 minutos).

La Tierra cuenta su historia (20 minutos).

El *primero* de los vídeos cuenta la erupción del volcán Teneguía en las Islas Canarias, describiéndonos su evolución, la naturaleza de los productos formados y los efectos de la erupción. El *segundo* es un documento antiguo (1960), pero que explica con mucha claridad algunos de los hechos y métodos a través de los que se pueden reconstruir distintas fases de la historia del planeta.

Distribuye: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencias.

Publicaciones del Ministerio de Obras Públicas

Los problemas del medio ambiente (20 minutos).

Trata de la política forestal y política agrícola: Incendios; Pastoreo; Urbanización y equipamientos; Erosión y desertización; El problema del agua; Su depuración; Contaminación del aire; Progreso, tecnología y medio ambiente; Las energías alternativas; Los recursos no renovables; Administración y política; El delito ecológico. Puede ser útil para promover debates y modificar actitudes.

Distribuye el Ministerio de Obras Públicas. Centro de Publicaciones del MOPU.

Diapositivas y transparencias

Agentes geológicos externos

Serie de diapositivas compuesta de 240. Algunas de ellas tienen gran interés, ya que pueden utilizarse como base para explicar la acción de los agentes geológicos externos, sobre todo aquellas que nos muestran imágenes reales. La serie de diapositivas presenta comentarios didácticos para cada una de ellas.

Distribuye el Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia.

El mundo de la electricidad

Colección que consta de 240 diapositivas distribuidas en 20 lecciones (cada una de las cuales se acompaña de un casete y del texto de referencia correspondiente). Cubren todo el campo de la utilización industrial de la energía con una perspectiva histórica, económica, sociológica, científico-técnica, etc. En conjunto es una buena colección para seleccionar figuras y gráficos para su utilización en el aula en el conjunto de la Educación Secundaria.

Distribuida por UNESA (Departamento de Información y Comunicación Social).

Equipo Multimedia de Microscopía

Diapositivas, transparencias y preparaciones microscópicas. Consta de 93 diapositivas, 80 transparencias y las correspondientes fichas explicativas. Las preparaciones microscópicas que se presentan son tanto de Biología como de Geología (lámina delgada). Tanto las diapositivas como las preparaciones son de gran calidad.

Distribuye: Phywe España, S. A.

Medios informáticos

Colección Edicinco

Trabajo, potencia y máquinas simples.

Unidades de medida.

Reflexión y refracción.

Resolución de circuitos eléctricos.

Magnetismo y electricidad.

Formulación y ecuaciones químicas.

La dieta.

Los programas aquí reseñados son simulaciones. Se acompañan con guía de uso con recomendaciones didácticas. Incluyen ejercicios de autoevaluación.

Distribuye Edicinco, S. A.

Colección Idealogic, S. A. Ediciones S. M.

Movimiento rectilíneo.

Dinámica I (Fuerzas).

Dinámica II (Impulso y choques).

Dinámica III (Sistema de dos cuerpos).

Corriente continua.

Química I (Estequiometría).

Fotosíntesis.

Cada programa se presenta como resolución de problemas. En realidad los programas aquí reseñados pretenden ser pequeñas simulaciones sin referencias a dispositivos reales, salvo los de Química y Electricidad; estos últimos son los que presentan un mayor grado de interacción con el usuario al posibilitar el montaje de los circuitos correspondientes.

Puede considerarse, sin que suponga un demérito para los autores, que fueron el primer intento de software educativo nacional para las disciplinas de Física y Química, y debido a esto se aprecian sus deficiencias didácticas (excesiva rigidez, limitaciones gráficas, etc.). Su nivel de aplicación corresponde a la Educación Secundaria en su conjunto.

Distribuye Idealogic, S. A. Ediciones S. M.

Colección Microlab. Problem-Solving. DEGEM

Fuerza.

Trabajo en sistemas mecánicos.

Velocidad.

Energía mecánica I.

Presión.

Voltaje.

Trabajo en sistemas eléctricos.

Resistencia eléctrica.

Energía en circuitos eléctricos.

Velocidad de transmisión del calor.

Calor.

Cada módulo consta de diez problemas clasificados según su grado de dificultad, de los que se pueden proponer ocho en cada sesión; el enunciado y la propia presentación de cada problema están referidos a un dispositivo real (una presa, un automóvil, etc.). No admiten ni la modificación del enunciado ni añadir más problemas.

El objetivo de la colección es que los alumnos previamente a la resolución de cada problema identifiquen las fórmulas, elijan los datos, cambien de unidades, etc. Permiten la preparación de la sesión por parte del profesorado, así como su evaluación posterior.

Dada la estructura del Microlab, el nivel de dificultad de los problemas es variado dentro de un módulo. Consiguientemente su aplicación didáctica correspondería al segundo ciclo de la Educación Secundaria, pero también cada módulo puede utilizarse en Bachillerato.

Distribuido por Prodel.

Colección Micronet

Reproducción humana.

Conocimientos básicos sobre la reproducción humana. Anatomía y fisiología de los aparatos reproductores. Fecundación, desarrollo embrionario y parto.

Autor: Juan Antonio Muñoz. Distribuye: Micronet, S. A.

Premios de material informático. PNTIC-CIDE

Eco. Citología y Anatomía

A través de diversos ejercicios el alumno puede realizar su autoevaluación. El programa dispone de la posibilidad de almacenar los

resultados para que después puedan ser comprobados por el profesor. Su manejo es sencillo.

Autor: José ANTONIO MUÑOZ. Distribuye P. N. T. I. C.

Formulación química

Es un excelente programa de formulación inorgánica según la nomenclatura I. U. P. A. C., con menús de información y consulta amplios y detallados. La estructura del programa es de autoevaluación, informando separadamente del acierto/error en el catión y/o en el anión y en la fórmula completa; permite separadamente introducir nombres o fórmulas, así como solicitar información acerca de un compuesto determinado. Por su objetivo, es adecuado al conjunto de la Educación Secundaria.

Autor: F. L. YAGÜE ENA. Distribuye P. N. T. I. C.

Óptica geométrica

Es un exhaustivo programa que barre todo el tópico contemplado, con una buena visualización y una amplia información teórica y de ejercicios de simulación. Presenta asimismo en cada apartado ejercicios de autoevaluación. Dada la amplitud de su contenido, su nivel de aplicación correspondería al conjunto de la Educación Secundaria.

Coordinador: J. MARCO ALLSOPP. Distribuye Programa de Nuevas Tecnologías (P. N. T. I. C.).

Alumnos con necesidades educativas especiales

Programas y periféricos que facilitan o posibilitan el uso de los medios informáticos a algunos **alumnos con necesidades educativas especiales**.

Tablero de conceptos

Periférico que sustituye al teclado alfanumérico. Se trata de una superficie del tamaño DIN A3 sensible al tacto, dividida en celdillas programables.

El programa Htacón, que acompaña a este periférico, permite al profesor adaptar cualquier otro programa para ser manejado desde este dispositivo por los alumnos que, debido a problemas motóricos, tengan dificultad para manejar el teclado normal.

Distribuye: Grupo Montalvo Asesores, S. A.

Programa "Vista"

Programa residente que aumenta los caracteres y dibujos de cualquier programa para facilitar su manejo a los alumnos con problemas visuales.

Distribuye: Dirección General de la O. N. C. E.

Simulador de teclado

Es un programa residente que emula el funcionamiento del teclado y que deja un espacio en memoria para cargar un segundo programa. Constituye una alternativa para el acceso al ordenador a estudiantes con discapacidad motórica.

Distribuye: Programa de Nuevas Tecnologías.

Otros datos de interés

Direcciones

Museos, Planetario, Asociaciones y Organismos oficiales

Pueden ser útiles para obtener materiales destinados a la realización de trabajos, folletos, murales, mapas, planos, etc. y en algunos casos para organizar visitas o solicitar charlas.

Museo de Ciencias Naturales de Madrid. Calle José Gutiérrez Abascal, 2. Madrid. Teléf.: (91) 561 86 00.

Museo de la Ciencia y de la Tecnología. Calle Teodoro Roviralta, 55. Barcelona. Tels. (93) 247 03 81 y 212 15 76.

Planetario de Madrid. Parque Tierno Galván, Madrid. Teléf.: (91) 467 38 98.

Asociación para la defensa de la Naturaleza (ADENA-WWF). Calle Santa Engracia, 6, 2.° izq. 28010. Madrid. Teléf.: (91) 410 21 01.

Club de amigos de la UNESCO. Pza. Tirso de Molina, 8. 28012 Madrid.

Greenpeace España. Calle Rodríguez San Pedro, 58. 28015 Madrid. Teléf.: (91) 243 47 04 y 243 97 79.

Instituto para la conservación de la Naturaleza (ICONA). Gran Vía de San Luis, 35 y 41. 20005 Madrid. Teléf.: (91) 266 82 00.

Instituto Geográfico Nacional (IGN). Calle General Ibáñez de Íbero, 3. 28003 Madrid. Teléf.: (91) 233 38 00.
Para todo tipo de mapas y planos.

Instituto Nacional de Meteorología. *Ciudad Universitaria, s/n.* 28040 Madrid. Teléf.: (91) 244 35 00.

Servicios de publicaciones de algunos Ministerios

Pueden solicitarse catálogos de sus publicaciones llamando a los teléfonos que se indican.

Servicio de Publicaciones del M. E. C. C/ Alcalá, 36. 28014 Madrid. Teléf.: (91) 522 76 24. También, Ciudad Universitaria, s/n. 28040 Madrid. Teléf.: (91) 449 77 00 (ext. 322).

Servicio de Publicaciones del Ministerio de Cultura. Gran Vía, 51. Madrid. Teléf.: (91) 543 93 66.

Servicio de Publicaciones del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. C/ Torrelaguna, 73. 28027 Madrid. Teléf.: (91) 403 70 00.

Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía. C/ Dr. Fleming, 7. Madrid. Teléf.: (91) 250 02 02.

Servicio de Publicaciones del Ministerio de Agricultura. *C/* José Abascal, 56. Madrid. Teléf.: (91) 441 31 93.

Servicio de Publicaciones del Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Paseo de la Castellana, 67. Madrid. Teléf.: (91) 553 16 00.

Casas comerciales

Áncora audiovisual, S. A. Gran Vía de les Corts Catalanes, 645. 08010 Barcelona.
Distribuye material videográfico.

Didaciencia. P.ª Villafranca de los Barros, 2. 28034. Madrid. Tels. *(91) 739 24 86 y 91 739 48 08.*
Disponen de aparatos para laboratorios de Física general y también aparatos audiovisuales.

Didascalia. Plaza de la Salta, 3. 28043 Madrid.
Distribuye material videográfico.

Dirección General de la O. N. C. E. Contacto para solicitar programas periféricos de material informático: coordinador de Programas de Nuevas Tecnologías (actualmente don Jesús Arroyo). C/ Torrelaguna, 58. 28027 Madrid. Teléf.: 408 20 08.

Distesa (Grupo Anaya). C/ Josefa Valcárcel, 27. 28027 Madrid. Teléf.: (91) 320 01 19.
Trabajan equipos de laboratorio de electricidad.

Edicinco, S.A. C/ Plátanos 30. 46025 Valencia.
Distribuye medios informáticos.

Ediciones Técnicas y Profesionales (Editepsa). Gran Vía, 38, 9.° 1.ª. 28013 Madrid. Tels. (91) 522 38 44 y 531 36 35. Edita la revista *Profesiones y Empresas*, sobre material didáctico y servicios educativos, centrándose fundamentalmente en las Enseñanzas Medias.

El Corte Inglés.
Distribuye material videográfico.

Grupo Montalvo Asesores, S. A. Avda. Gran Capitán, 36. Córdoba. Tels. 47 70 50 y 47 72 09.
Distribuye programas periféricos de material informático.

Ideologic, S. A. Ediciones S. M. C/ Valencia, 85. 08029 Barcelona, y Calle Joaquín Turina, 39. 28044 Madrid, respectivamente.
Distribuye medios informáticos.

International Education and Training Enterprises. C/ Campoamor, 18. 28004 Madrid. Teléf.: (91) 308 69 25.
Distribuye material videográfico.

Medusa. Materiales de Educación para la Salud. Apdo. 3236. 31080 Pamplona.
Distribuye material audiovisual.

Metrovídeo. Imagen 35 y Asociados, S. A. Polígono Industrial Los Nogales. C/ Río Tormes, nave 68. 28110 Algete (Madrid). Teléf.: (91) 621 28 60.
Distribuye material videográfico.

Micronet, S. A. C/ Santa Engracia, 6, 1.ª planta. Teléf.: (91) 410 50 01. 28010 Madrid; Calle Vía Augusta, 13-15, 6.ª planta. Teléf.: (93) 217 72 14. 28006 Barcelona; Avenida Zumalacárregui, 11 bis. Teléf.: (94) 445 87 43. 48007 Bilbao.
Distribuye medios informáticos.

Phoebe. C/ Fernández de los Ríos, 95. 28015. Madrid. Tels. (91) 449 31 07 y 449 30 00.
Distribuye al Instituto Geográfico Nacional.

Phyve España, S. A. C/ Noblejas, 7. 28013 Madrid. Teléf.: (91) 613 15 55.
Distribuye material videográfico.

Programa de Nuevas Tecnologías (PNTIC). C/ Torrelaguna, 58. 28027 Madrid. Teléf.: (91) 408 20 08.
Pueden conseguirse los premios de material informático.

Prodel, S. A. C/ Comandante Zorita, 53. Tels. 553 32 34 y 554 86 11. 28020 Madrid.
Distribuyen medios informáticos.

Serveis de Cultura Popular. C/ Provenza, 324. 08037 Barcelona.
Distribuye material audiovisual.

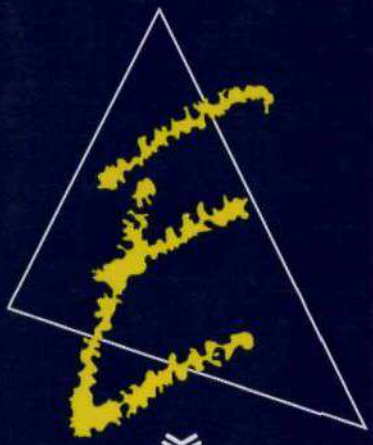
Tecnología y Sistemas Didácticos. Avda. San Luis, 91. 28033 Madrid. Teléf.: (91) 202 60 40.
La antigua ENOSA. Dispone de equipos para laboratorio y aparatos audiovisuales.

UNOSA (Departamento de Información y Comunicación Social). C/ Francisco Gervás, 3. Teléf.: 270 44 00. 28020 Madrid.
Distribuye material audiovisual.

Otras guías de interés

Guías documentales de Temas Transversales.
Sobre todo las relativas a Educación para la Salud y Ambiental, que se encuentran en estos mismos Materiales para la Reforma.

Guías documentales de cada área de la Educación Secundaria Obligatoria.
Se pueden encontrar en estos mismos Materiales para la Reforma.



Ministerio de Educación y Ciencia