



Universidad de Granada

Didáctica de las Ciencias Experimentales I

Física y Química

Vílchez González, José Miguel (Coordinador)
Cervantes Madrid, Agustín
Fernández González, Manuel
Perales Palacios, Francisco Javier

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Facultad de Ciencias de la Educación



Índice

Bienvenida	1
Introducción a la asignatura	3
Tema 1. El diseño de unidades didácticas	7
Introducción	9
1.1. Dificultades de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias	9
1.1.1. Las etapas del desarrollo cognitivo y el aprendizaje de las ciencias	10
1.1.2. Las concepciones alternativas y el aprendizaje de las ciencias	11
1.2. Los mapas conceptuales	13
1.3. Los modelos didácticos	15
1.3.1. Modelo por transmisión/recepción	16
1.3.2. Modelo por descubrimiento	17
1.3.3. Modelo constructivista	19
1.4. Estrategias didácticas como concreción de la orientación constructivista de la enseñanza/aprendizaje	21
1.4.1. El cambio conceptual	21
1.4.2. La enseñanza por investigación en torno a problemas	23
Bibliografía	23
Anexo al Tema 1. Cuadro resumen de modelos didácticos	25
Tema 2. La materia y sus transformaciones. Plan de trabajo autónomo	27
Introducción	29
2.1. La materia	30
2.1.1. Propiedades de la materia	30
2.1.2. La medida	31
2.1.3. Sustancias puras y mezclas	34
2.1.4. Separación de mezclas	35
2.2. Cambios en la materia. Tipos	36
2.3. Cambios físicos	37
2.3.1. Las fuerzas y sus efectos	37
2.3.2. Cambios de estado	39
2.3.3. La teoría cinética de la materia	40
2.3.4. El estado gaseoso	41
2.3.5. El estado sólido	42
2.3.6. El estado líquido	42
2.4. Cambios químicos	43
2.4.1. Ecuaciones y fórmulas químicas. Su significado	43
2.4.2. Reacciones de oxidación y combustión	45
2.4.3. Reacciones de fermentación	46
Tema 3. La energía y sus transferencias. Plan de trabajo autónomo	49
Introducción	51
3.1. La energía	51

3.1.1. La energía y sus manifestaciones	51
3.1.2. Transferencias de energía	53
3.1.3. El Principio de conservación de la energía	54
3.1.4. La degradación de la energía	55
3.1.5. Efectos del calor sobre los cuerpos	56
3.1.6. Propagación del calor	57
3.1.7. Fuentes de energía	58
3.1.8. La producción de energía eléctrica	60
3.1.9. ¿Cómo utilizamos la energía eléctrica?	62
3.2. Circuitos eléctricos	63
3.2.1. Corriente eléctrica	63
3.2.2. Conceptos básicos	64
3.3. Luz y sonido	65
3.3.1. La luz y el sonido como transferencias de energía en forma de ondas	65
3.3.2. Reflexión y refracción del sonido y la luz	67
3.3.3. Interacción del sonido con la materia	68
3.3.4. Interacción de la luz con la materia	69
Tema 4. La Tierra en el Universo. Plan de trabajo autónomo	73
Introducción	75
4.1. El universo	75
4.1.1. ¿Qué podemos ver en el cielo?	75
4.1.2. La astronomía en la Grecia Clásica	76
4.1.3. El modelo heliocéntrico de Copérnico	77
4.1.4. Galileo Galilei y su telescopio	77
4.1.5. Johannes Kepler, Isaac Newton y Edwin Hubble	78
4.1.6. Un paréntesis. Diferencia entre masa y peso	79
4.1.7. El modelo actual de universo	80
4.1.8. La Vía Láctea	81
4.1.9. El Sistema Solar	83
4.1.10. El sistema Tierra-Luna	86
4.2. La atmósfera terrestre	90
4.2.1. Composición y estructura	91
4.2.2. Presión atmosférica	92
4.2.3. Ciclones y anticiclones	93
4.2.4. Nubes y lluvia	95
4.2.5. Fenómenos eléctricos	96
4.2.6. Tiempo atmosférico y clima	97
4.2.7. La contaminación atmosférica y sus efectos	99
Anexo 1. Actividades de aula	101
Actividad 1.1. Analizar el significado de la Taxonomía de Shayer y Adey	103
Actividad 1.2. Interpretar las características de las ideas previas sobre un tópico científico descritas en un artículo de investigación	108

Actividad 1.3. Leer un texto del libro de Primaria y elaborar un mapa conceptual	108
Actividad 1.4. Comparar los modelos anteriores con el que subyace en el libro de texto base y en el libro del profesor	108
Actividad 2.1. Cuestionario de ideas previas. La materia y sus transformaciones	109
Actividad 2.2. Los mapas conceptuales	110
Actividad 2.3. Leyes físicas de los dibujos animados	113
Actividad 2.4. Las ecuaciones en física y su significado	114
Actividad 2.5. Una analogía para teoría atómica y formulación	115
Actividad 2.6. Evaluación y calificación	117
Actividad 3.1. Cuestionario de ideas previas. La energía y sus transferencias	118
Actividad 3.2. La metáfora de Daniel “el Travieso	119
Actividad 3.3. Ciencia y futuro sostenible: Fuentes de energía y agotamiento de recursos	121
Actividad 3.4. Ciencia y futuro sostenible: Energía y contaminación	124
Actividad 3.5. La electricidad en nuestra vivienda: El consumo de electrodomésticos y la factura eléctrica	127
Actividad 3.6. Artefactos caseros de electromagnetismo, luz y sonido	131
Actividad 4.1. Cuestionario de ideas previas. La Tierra en el Universo	133
Actividad 4.2. Técnicas de orientación	134
Actividad 4.3. Representación de distancias y fenómenos en el aula	137
Actividad 4.4. Simulaciones informáticas	139
Actividad 4.5. Oscurecimiento global vs. efecto invernadero	141
Actividad no presencial. Observamos el cielo nocturno	142
Anexo 2. Actividades de Seminarios	145
Introducción	147
Seminario 1. Real Decreto de mínimos de Educación Primaria	148
Seminario 2. Diseño de UD (I). Contextualización, objetivos y competencias	149
Seminario 3. Diseño de UD (II). Contenidos. Análisis de los contenidos del libro de texto	152
Seminario 4. Diseño de UD (III). Análisis de los contenidos del libro de texto (cont.)	155
Seminario 5. Práctica de laboratorio 1. Medida de densidades y Principio de Arquímedes	156
Seminario 6. Diseño de UD (IV). Análisis didáctico de contenidos	159
Seminario 7. Práctica de laboratorio 2. Circuitos eléctricos sencillos	161
Seminario 8. Modelos didácticos, actividades y evaluación	164
Seminario 9. Práctica de laboratorio 3. Medidas de meteorología	166
Seminario 10. Puesta en común de la UD	169
Bibliografía	170
Anexo A. Propuestas de secuenciación de contenidos	171
Anexo B. El movimiento CTS	175
Anexo C. Diseño de actividades	176

Bienvenida

Te damos la bienvenida a la asignatura *Didáctica de las Ciencias Experimentales (I)* del Grado de Maestro en Educación Primaria, en la que se trabajarán contenidos correspondientes a Física y Química durante el primer semestre de este curso.

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Experimentales	Didáctica de las ciencias Experimentales (I)	3º	1º	8	Obligatoria

La asignatura se imparte por profesorado del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada, al que podrás encontrar en la segunda planta de la Facultad de Ciencias de la Educación. La Guía Docente puedes descargarla de la página Web del Departamento (<http://www.ugr.es/local/diccexp/>), en la que también encontrarás el modo de contactar con cualquiera de nosotros vía teléfono, correo electrónico, o personalmente.

Como es habitual en los Grados, las sesiones presenciales son de dos tipos: las de gran grupo (dos sesiones de dos horas por semana) y los seminarios, en los que el grupo se divide en dos subgrupos (una sesión de dos horas por semana, cada uno de ellos). Tendrás, pues, seis horas presenciales por semana. La asignatura se estructura en diez semanas, las primeras del curso.

En este manual encontrarás prácticamente todo el material que necesitas para afrontar la asignatura. En ocasiones, no obstante, se te proporcionará material extra a través del Tablón de Docencia de la UGR. Consta, como puedes comprobar, de cuatro temas y dos Anexos.

El primer tema se dedica al diseño de Unidades Didácticas. Se te orientará sobre las estrategias y recursos óptimos para ello. Los otros tres temas (dedicados a la materia, la energía y el universo) se presentan en forma de **plan de trabajo autónomo**. En ellos encontrarás contenidos que ya has estudiado en etapas anteriores y, como su nombre indica, habrás de trabajarlos de modo no presencial, dedicando las sesiones de clase al tratamiento de cuestiones didácticas relacionadas con estos contenidos.

En estos planes de trabajo autónomo tu tarea consistirá en ir leyendo (muy tranquilamente) el texto y detenerte en las actividades intercaladas (numeradas y sombreadas, sin recuadro), **reflexionar sobre ellas hasta darles respuesta** (podrás buscar toda la información que necesites), y continuar la lectura. Las respuestas a muchas de las actividades están en el propio texto, después de los enunciados, pero si no reflexionas sobre ellas antes de leer las soluciones tu aprendizaje será menos significativo y de poca fiabilidad temporal. Las actividades cuyas respuestas no están

en el texto, si lo estimas necesario, se resolverán al comienzo de cada sesión de gran grupo.

Desde el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada se ha diseñado una página Web para aclarar conceptos de difícil comprensión y/o visualización. Hemos llamado a esta Web “CONCIVI” (**Conceptos Científicos Visualizados**, <http://www.concivi.didacticacienciasugr.es/index.php>) y contiene, en el enlace “*Galerías Multimedia→ Películas Flash*”, un conjunto de interactivos que te ayudarán a comprender algunos de estos conceptos. En algunas partes de los planes de trabajo autónomo se te recomienda visitar esta Web, indicando la palabra “CONCIVI”, seguida del nombre del interactivo recomendado. Además, dispones de enlaces a otras Web (en “*Enlaces de interés*”) que también pueden serte de ayuda. Anímate a visitarla; seguro que aclararás algunas ideas.

Respecto a los Anexos, en el primero se recogen las actividades que se llevarán a cabo, en pequeños grupos, en las sesiones de gran grupo (sombreadas con recuadro). El segundo contiene el material para los seminarios, en los que iréis diseñando una unidad didáctica, que se expondrá al resto de compañeros como colofón de la asignatura. Tres de estos seminarios se dedicarán a la realización de prácticas de laboratorio.

Por último, te recomendamos que descargues y leas la Guía Docente de la asignatura, en la que podrás consultar, entre otras cuestiones, los criterios de evaluación y calificación. Te animamos a afrontar la asignatura con espíritu positivo y las ganas de aprender que deben caracterizar a quienes decidimos dedicar nuestra labor profesional a la investigación educativa y a la docencia.

¡Adelante!

Introducción a la asignatura

En muchas ocasiones vuestros compañeros, al llegar a la escuela a hacer sus prácticas, se quejan de que *“lo que se les enseña en la Facultad les sirve muy poco cuando han de enfrentarse por primera vez a dar clase”*. Las generalizaciones no suelen ser objetivas, pero tampoco hay que descartar un fondo de razón.

Los profesores de esta asignatura hemos pretendido adoptar para ella un enfoque innovador pensando siempre en un planteamiento profesionalizador, es decir, qué necesitaría un futuro maestro cuando tuviera que enfrentarse a dar clase. Este enfoque entroncaría con el método por proyectos o resolución de problemas, entendidos como la forma de dar respuesta a las necesidades docentes. Asimismo tratamos de dar respuesta a la filosofía de este grado, entendido con un perfil profesionalizador. El hecho de tener el Practicum después de esta materia justifica además este enfoque *“práctico”* (aunque no se trate del Practicum de especialidad).

Para ello hemos pretendido ponernos en el papel de cualquier maestro que se incorporara a la escuela y hubiera de comenzar a dar clase. La secuencia de acciones podría ser la siguiente:

- a. Nivel educativo, materia, contenidos mínimos, competencias → *Qué enseñar*.
- b. Acceso a la información: dónde → libro de texto, Internet, otros recursos → *Dónde informarme*.
- c. Profundización en los contenidos que he de enseñar: organización, selección, secuenciación, niveles de dificultad → *Aprender lo que hay que enseñar*.
- d. Cómo enseñarlo → logística de aula, secuencia de enseñanza, actividades, recursos → *Aprender cómo hay que enseñar*.
- e. Qué y cómo evaluarlo: cuándo, porqué, con qué → *Conocer lo que han aprendido*.

De cada uno de estos pasos irían surgiendo de forma *“natural”* lo que precisamos enseñar en esta asignatura. Por ejemplo:

- a. El currículo de Ciencias Experimentales en Primaria (estructura y contenidos por niveles).
- b. Análisis de libros de texto, búsqueda en Internet, revistas útiles, etc.
- c. Mapas conceptuales, naturaleza e historia de la ciencia, CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad), transversalidad, conceptos-procedimientos-actitudes-competencias, ideas previas. Propuesta de contenidos a enseñar.
- d. Modelos didácticos en la acción, tipos y enfoques de actividades, recursos escolares, cotidianos, extraescolares.
- e. Evaluación del aprendizaje y de la enseñanza.
- f. Etc.

En definitiva, se trataría de actuar, desde el primer momento, como diseñadores de una unidad didáctica que habríamos de desarrollar con posterioridad.

Para dotarla de mayor realismo, os vamos a pedir que adquiráis, por grupo, un libro de texto de 5º y 6º de Primaria, sobre el que trabajaremos todo el tiempo (recurso más común). Para ello deberéis distribuirlos desde el principio en grupos de trabajo (4-5 componentes) y escogeréis uno de los bloques de contenido básico del currículo (véase la guía docente de la asignatura). En las últimas sesiones de la asignatura, mostraréis a los compañeros una síntesis del trabajo realizado, de manera que cada uno conozca lo hecho por el resto y se enriquezca su perspectiva de la asignatura.

Actividad I.1. Cuestionario INPECIP

Antes de abordar los contenidos del temario te pediremos que contestes a las cuestiones planteadas en el cuestionario INPECIP (Porlán *et al.*, 1997) en una escala Likert de 1 a 5. En el mismo cuestionario se piden datos personales y profesionales que nos permitirán conocerte mejor.

En esta actividad te enfrentarás a cuestiones relacionadas con las cuatro categorías del cuestionario INPECIP: imagen de ciencia, modelos didácticos, teorías del aprendizaje y metodologías de enseñanza. Posiblemente sea la primera vez que debas reflexionar sobre estas cuestiones, situándote en un buen punto de partida para el desarrollo del conocimiento profesional. Confiamos en que la asignatura te sirva para profundizar en las mismas.

Actividad I.2. Jerarquización de finalidades del aprendizaje científico

En esta actividad vamos a abundar en cuáles son o deberían ser las finalidades que nos planteamos con el aprendizaje de la ciencia. Lee la siguiente lista de posibles finalidades del aprendizaje científico:

1. Adquirir conocimientos sobre teorías y hechos científicos.
2. Despertar la conciencia respecto a la necesidad de conservar el medio natural y la salud.
3. Adquirir conocimientos sobre aplicaciones de la ciencia en la vida cotidiana.
4. Preparar a los estudiantes para poder seguir sin dificultades los estudios posteriores.
5. Aprender a disfrutar haciendo ciencia.
6. Desarrollar actitudes científicas como la curiosidad, el espíritu crítico, la honestidad, la perseverancia, etc.
7. Aprender técnicas de trabajo experimental como medir, filtrar, utilizar la lupa y otros instrumentos, hacer montajes para la experimentación, etc.
8. Aprender a trabajar en equipo, a organizar el trabajo, a buscar información y, en general, aprender a aprender.

9. Desarrollar el pensamiento lógico y racional (por ejemplo: clasificar, comparar, inferir, deducir, etc.).
10. Ayudar a aprender a utilizar los diferentes lenguajes utilizados en la expresión de las ideas científicas.

Se pide:

- a. En primer lugar, ordénala según la importancia que, en tu opinión, deberían tener en el proceso de E/A.
- b. Seguidamente vuelve a ordenarlas, pero esta vez según su aplicación real en las aulas de ciencias.
- c. Compara los resultados. ¿Qué conclusiones puedes extraer de esta actividad?

Actividad I.3. Reflexiones sobre la ciencia y su didáctica

En pequeños grupos (de 4 o 5 componentes), dad respuesta a las siguientes cuestiones:

1. Describir una serie de actividades cotidianas que requieran un conocimiento científico-tecnológico.
2. Confeccionar un listado de rasgos identificativos que, a vuestro juicio, presenta el conocimiento científico frente al que se genera en otras disciplinas.
3. Está muy extendida la creencia de que para ser buen docente basta con saber mucho de la disciplina a enseñar. Realmente es una condición necesaria, pero, ¿es suficiente? ¿Se debería saber, y saber hacer, algo más para ser buen docente? Pensad en vuestra experiencia como estudiantes; seguro que os habrán dado clase personas que se notaba que sabían “mucho” pero “no sabían explicarse”. ¿Qué les faltaba? ¿Se les podría enseñar a ser buen docente?
4. Leed el siguiente texto (Hernández, 2011, pp. 25-26) y comentad cómo podríamos, como docentes, responder a las demandas que se plantean:

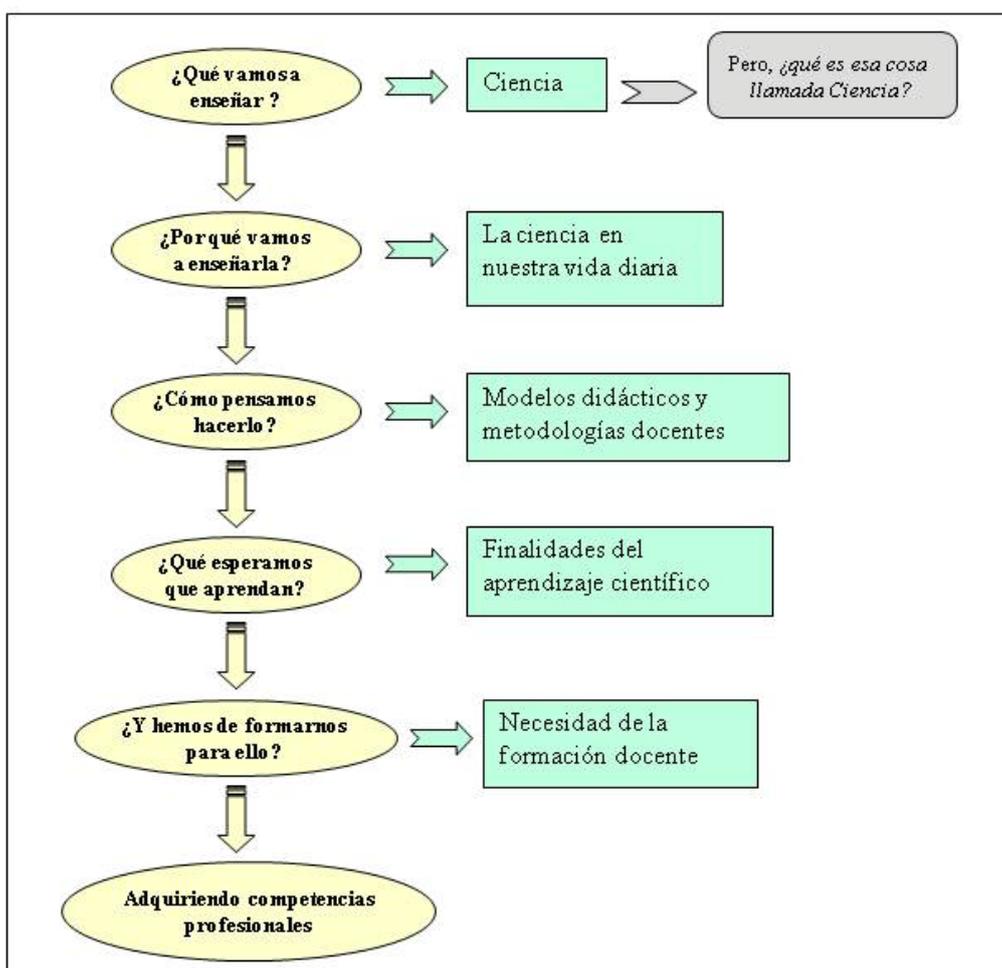
“Los alumnos llegan a la escuela con teorías implícitas sobre el mundo que en el aula se ven cuestionadas cuando el profesor comienza a hablar sobre ‘algo’ llamado ciencia que se rige por sus propios principios y métodos. Entonces surge la dificultad que supone para el profesor convencer a ese alumno de que lo que va a aprender será útil para su vida. Pero otra dificultad radica en los objetivos que cada sujeto implicado tiene en el contexto de la clase, porque mientras el alumno sólo quiere aprobar un curso el profesor quiere que el alumno aprenda contenidos científicos. Por lo tanto la pregunta que cabe hacerse en este punto sería ¿de qué forma se puede acercar la ciencia al alumno para que su interés por ella vaya más allá de las evaluaciones?”.

El propósito de esta actividad es promover la reflexión en torno a: *¿por qué o para qué enseñar ciencias en Educación Primaria?* (cuestión 1); *¿qué imagen tenemos de la ciencia?* (cuestión 2); *¿es necesario enseñar a enseñar ciencia?* (cuestión 3); y *¿cómo enseñar ciencias?* (cuestión 4).

Se pretende, en definitiva, que penséis en aplicaciones cotidianas de la ciencia, la concibáis como una parte más de la cultura general, reconozcáis la necesidad de formación didáctica específica y expreséis vuestra concepción inicial sobre los métodos idóneos de enseñanza de las ciencias.

Para finalizar vamos a recoger en un mapa conceptual una visión general de lo que hemos tratado hasta ahora.

Mapa conceptual de los tópicos tratados en las actividades anteriores



Importante. Para la siguiente sesión de Seminario se deberán haber conformado los grupos de alumnos (4 o 5 componentes), que serán estables para el resto de la asignatura.



Tema 1

El diseño de unidades didácticas

«No es lo urgente comprar aparatos para nuestras escuelas, sino poner a todos nuestros maestros en situación de manejarlos con una educación sobria, pero verdadera, práctica, realista, en vez del ridículo aprendizaje de la física, de la química y de las ciencias naturales, verbal y de memoria»

Cossío, 1906

Introducción

La adquisición de la competencia de diseñar unidades didácticas (UD) es clave para la formación inicial del profesorado dado que le debe permitir adaptarse a las circunstancias cambiantes de cada centro y curso, así como someter a las UD elaboradas a una mejora permanente a través de su evaluación sistemática.

Un maestro en ejercicio no puede circunscribirse exclusivamente a lo que las editoriales de libros de texto puedan prescribir, por cuanto su potencial educativo es limitado e ignoran las circunstancias que rodean y condicionan cada aula en particular. Al margen de su utilidad, el maestro debe ser capaz de elaborar, preferentemente en equipo, la programación docente basándose para ello en un conjunto de parámetros que doten a esta herramienta educativa del mayor rigor y calidad posible.

Tampoco se puede caer en el mito de la UD rígida e inquebrantable. El desarrollo profesional ha de ir dotando al maestro de herramientas para la necesaria flexibilidad y adaptación a las condiciones de la docencia, muchas veces imprevisibles y cambiantes.

En este tema pretendemos plantear los parámetros que deben guiar el diseño de UD y la necesaria coherencia con que debe dotarse al conjunto de decisiones que la configuran. Dicha UD iréis realizándola fundamentalmente en los seminarios de la asignatura, en paralelo a las clases teóricas.

Previo a ello vamos a abordar algunos aspectos teóricos que van a complementar el guión que vais a seguir en el diseño de la UD y que tienen que ver fundamentalmente con el proceso de aprendizaje del alumno de Primaria.

1.1. Dificultades de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias

Las principales dificultades para la enseñanza de las ciencias (aparte de otras variables de contexto) se pueden atribuir, por una parte, a la falta de conocimientos sobre los temas a enseñar (solo se puede enseñar algo si antes se ha aprendido) y, por otra, a la falta de conocimientos sobre el modo de enseñarlos según el grupo a quien se dirija (relacionado con lo que ha venido a llamarse el *conocimiento didáctico del contenido*). Uno de los objetivos principales de esta asignatura es, precisamente, el de ayudarte en estas dos cuestiones. Esperamos conseguirlo.

El primer inconveniente que encontramos a la hora de identificar las dificultades de aprendizaje en Educación Primaria es la escasa atención prestada en nuestro país a la investigación al respecto. Una revisión bibliográfica de las revistas especializadas del área nos permite encontrar fácilmente estudios sobre temas diversos en los ámbitos de la Educación Secundaria y Universitaria, pero escasean los centrados en la Educación Primaria. Cada vez se hace más necesaria la incorporación del profesorado

de Primaria a las investigaciones educativas (ánimate a investigar, es divertido... ¡y muy útil!).

Se han realizado, no obstante, sólidas investigaciones centradas, por una parte, en las *etapas piagetianas del desarrollo cognitivo* (Shayer y Adey, 1986), y, por otra, en la identificación de las *concepciones alternativas del alumnado*¹ (Driver, Guesne y Tiberghien, 1992; Hierrezuelo y Montero, 1991). Comentémoslas.

1.1.1. Las etapas del desarrollo cognitivo y el aprendizaje de las ciencias

En muchas ocasiones se piensa que el alumnado de Primaria, sobre todo el de los primeros cursos, no puede aprender ciencias al no ser capaz de hacer abstracciones, plantear hipótesis, o manejar variables. Sin embargo, desde una perspectiva constructivista del aprendizaje puede entenderse que desde las primeras edades se van construyendo maneras de ver los fenómenos del entorno, que pueden ir evolucionando hacia interpretaciones más cercanas a las de la ciencia.

Podemos afirmar, desde esta visión del aprendizaje, que en la etapa de Educación Primaria, y desde los primeros cursos, el planteamiento de determinadas actividades puede favorecer el desarrollo de las capacidades necesarias para avanzar en la construcción del conocimiento científico. Debemos fomentar en esta etapa, al igual que en las que le siguen, una ciencia que enseñe a pensar, a hacer, a hablar, a regular los propios aprendizajes y a trabajar en interacción (Pujol, 2003).

Para ello será necesaria una *transposición didáctica* reflexionada para adecuar los contenidos al nivel cognitivo del alumnado. Salvando inconvenientes que puedan derivar de las características de la muestra y época de la investigación, puede sernos de gran ayuda para este propósito el trabajo realizado por M. Shayer y P. Adey (1986), quienes proporcionaron una taxonomía de competencias del alumnado en el aprendizaje de nociones de ciencias en función de las distintas etapas del desarrollo cognitivo (y que trabajaremos en los Seminarios).

Con las orientaciones dadas por estos autores, y teniendo en cuenta que la edad del alumnado de Educación Primaria (6-12 años) coincide aproximadamente con el periodo de crecimiento y consolidación de las operaciones concretas², podemos disponer de un buen punto de partida para la reflexión sobre la transposición didáctica más idónea en relación con los contenidos a trabajar.

Actividad 1.1. Analizar el significado de la Taxonomía de Shayer y Adey

¹ Son muchas las denominaciones utilizadas para las mismas, tales como ideas previas, preconcepciones..., que, por simplificar, utilizaremos indistintamente.

² Solo una pequeña fracción dispondrá al finalizar la etapa de algún grado incipiente de desarrollo de las operaciones formales.

1.1.2. Las concepciones alternativas y el aprendizaje de las ciencias

Otra fuente para identificar las dificultades del alumnado de Educación Primaria para el aprendizaje de las ciencias, imprescindible en el marco de una perspectiva constructivista, son las investigaciones sobre sus ideas previas. Es muy importante conocerlas durante la elaboración de cualquier propuesta didáctica, pues así podremos diseñar actividades directamente orientadas a reforzar las adecuadas y reorientar las inadecuadas.

Realmente, aunque en este documento se hayan dedicado apartados distintos a los niveles de desarrollo cognitivo y a las concepciones alternativas, numerosos estudios han concluido un paralelismo entre ambas. La separación solo se explica por razones operativas. Al fin y al cabo, cuando el alumnado construye sus ideas lo hace desde la base de sus competencias de razonamiento, que, a su vez, nunca operan en vacío, sino sobre las nociones concretas del individuo.

Hasta no hace mucho (puede que en la actualidad hay quienes aún lo piensen) el aprendizaje de las ciencias se concebía como algo que sucede a partir de una mente en blanco (*tabula rasa*) en la que el profesorado podía escribir, trasladando a ella su conocimiento de un modo acumulativo y lineal. En este modelo de adquisición de conocimientos toda persona está dotada, en mayor o menor grado, de unas capacidades, a cuyo conjunto llamamos *inteligencia*, que le permiten hacer suyo el conocimiento ya elaborado que otras personas le transmiten, y para explicar los problemas de aprendizaje derivados de la falta de interés y dedicación al estudio se recurre a factores sociales y familiares.

El conocimiento científico se concibe, pues, como un producto prefabricado que puede ser incorporado a estas mentes en blanco del alumnado sin más que transmitirlo. Según este modelo, para aprender se han de dar dos condiciones: tener las capacidades mínimas y que alguna otra persona presente el conocimiento de forma adecuada. El fracaso se explica porque ha fallado alguna de ellas. Esta es la perspectiva de lo que se ha llamado la **enseñanza tradicional**.

En el marco de esta enseñanza tradicional, cuando las ideas previas del alumnado son diferentes a las asumidas por la comunidad científica se piensa que son, simplemente, "ideas mal aprendidas". Se les da poca importancia, ya que, cuando se les expliquen bien, serán finalmente comprendidas y a partir de entonces no volverán a cometer las mismas equivocaciones. Tampoco, en este sentido, hemos de preocuparnos de que el alumnado sea consciente de ellas, pues para resolver el conflicto basta una buena explicación.

En la actualidad tenemos una imagen muy diferente del proceso de aprendizaje, considerando que la forma en que el alumnado percibe e interpreta la información que recibe está condicionada por su experiencia y conocimientos previos, así como por las

influencias sociales y culturales del entorno, tanto escolar como personal, en las que se desarrolla. Desde esta perspectiva, el aprendizaje no consiste en una adquisición arbitraria de hechos, principios y leyes, sino en una transformación de los conocimientos que ya se poseen en otros más complejos y coherentes con el punto de vista del conocimiento científico del momento. Se aprende, pues, *construyendo* el conocimiento a partir de lo que ya se conoce: las *ideas previas*.

Esta **visión constructivista** del aprendizaje, o **socioconstructivista** si tenemos en cuenta el papel del entorno social, se basa en la construcción de significados, para lo que se establecen cuatro premisas fundamentales (Driver, 1986):

- i. Lo que hay en el cerebro del que va a aprender tiene importancia.
- ii. Encontrar sentido supone establecer relaciones.
- iii. Quien aprende construye activamente significados.
- iv. El alumnado es responsable de su propio aprendizaje.

Son muy numerosas las investigaciones realizadas sobre las ideas previas, que identifican algunas concepciones muy extendidas entre el alumnado de todos los niveles educativos, que, además, muchas veces coinciden con ideas que fueron sostenidas en el pasado, lo que originó que, durante un tiempo, se supusiera un paralelismo estrecho entre la formación individual del espíritu científico y el proceso histórico de su constitución. Finalmente, la tesis del paralelismo perdió fuerza, ya que las ideas del alumnado solo guardan algunas características con las del pasado, que, a diferencia de las del alumnado, eran parte de sistemas conceptuales coherentes, por lo que sería más exacto comparar las concepciones del alumnado, más que con un periodo particular de la historia, con una tendencia permanentemente manifestada a lo largo de los siglos.

Las ideas previas, que no eran más que meras curiosidades de aprendizajes anteriores en el marco tradicional, pasan a tener un papel fundamental en la visión constructivista del proceso de aprendizaje de las ciencias, pues han de constituir su punto de partida. Por tanto, el proceso de enseñanza/aprendizaje debe comenzar por su identificación, reforzando y ampliando las correctas y fomentando el *cambio conceptual* cuando no lo sean (en este último caso se habla de *concepciones alternativas*). Además, el aprendizaje, que debe ser construido por el alumnado, debe tener sentido y ser útil para la vida cotidiana.

Muchas veces, en el estudio de los modelos teóricos científicos actuales, las ideas previas actúan como obstáculos epistemológicos, pues son ideas muy arraigadas en el alumnado. En algunos casos, la investigación didáctica ha llegado a acuerdos sobre aspectos que las definen, aunque en otros aún existe controversia. Podríamos destacar (Sanmartí, 2002):

- ✓ **Generalidad.** La mayoría de las ideas previas se encuentran en individuos de diferentes capacidades, géneros y culturas. Esto conduce a pensar que en la construcción de las concepciones alternativas deben influir las formas de percibir y de organizar la información del sistema cognitivo humano, pues son comunes a toda la especie.
- ✓ **Carácter implícito.** Las ideas previas suelen permanecer “dormidas” en el individuo. Sólo “despiertan” cuando tienen que ponerlas en juego (p. ej., cuando se les pide que predigan lo que va a suceder ante un fenómeno).
- ✓ **Persistencia.** Con la edad hay algunas concepciones que varían, pero otras permanecen prácticamente inalteradas, principalmente las de origen sensorial, ya que para ellas la explicación científica contradice la percepción cotidiana.
- ✓ **Estructuración.** El estudio del posible carácter estructurado y coherente de las concepciones alternativas es el que presenta mayor controversia. Desde un principio se supuso que las concepciones del alumnado constituían un cuerpo estructurado de conocimientos que se aplicaba en diferentes dominios, pero la existencia de estas estructuras aún no se ha demostrado. Aunque existen líneas de trabajo que intentan describir estas posibles estructuras, también hay quienes piensan que no tiene sentido buscar indicios de coherencia, y que las concepciones del alumnado son un conjunto fragmentado de ideas.
- ✓ **Dependencia del contexto.** Dado que se han observado cambios en las ideas expresadas por el alumnado al cambiar el enunciado de las cuestiones, hay quienes piensan que las concepciones son construcciones *ad hoc*, o improvisadas, para atender a las demandas de una tarea, en un intento de interactuar con éxito con cada tipo de escenario.

De cualquier modo, y como reflexión final de este apartado, es conveniente señalar que ni desde la Psicología ni desde la Biología existe en la actualidad un modelo único explicativo de cómo se aprende. El aprendizaje de la especie humana es algo extremadamente complejo en el que intervienen multitud de variables y factores.

Actividad 1.2. Interpretar las características de las ideas previas sobre un tópico científico descritas en un artículo de investigación

1.2. Los mapas conceptuales

Los mapas conceptuales son muy útiles para representar el conocimiento sobre un contenido y para evaluarlo. Los alumnos de últimos cursos de Educación Primaria pueden ser enseñados a utilizarlos, lo que les servirá para organizar cognitivamente los contenidos que estudien y al profesor para evaluarlos.

Por ello el futuro maestro de Educación Primaria debe estar entrenado en su uso. Los mapas conceptuales ayudan al aprendiz a hacer más evidentes los conceptos clave o

las proposiciones que se van a aprender, a la vez que permiten establecer conexiones entre los nuevos conocimientos y los que ya se poseen. A continuación proporcionamos algunas indicaciones extraídas de Internet para tal fin³:

Los elementos que constituyen el mapa conceptual

De acuerdo con lo planteado por Novak, el mapa conceptual contiene tres elementos fundamentales:

- **Los conceptos:** hacen referencia a acontecimientos y a objetos. No se consideran conceptos los nombres propios, los verbos, los adjetivos ni las fechas.
- **Las proposiciones:** forman una unidad semántica que consta de dos o más conceptos unidos por palabras enlace. Tienen valor de verdad puesto que afirman o niegan algo de un concepto.
- **Palabras-enlace:** son las palabras que se utilizan para vincular los conceptos y además, para representar el tipo de relación que se establece entre ellos.

Las características del mapa conceptual

El mapa conceptual es una manera de representar gráficamente la información -o los conceptos- que se diferencia de otras por las características o condiciones que posee:

- **Jerarquización:** los conceptos se ordenan de mayor a menor según la importancia o inclusividad. Los de mayor jerarquía, entonces, se ubican en la parte superior.
- **Selección:** antes de construir el mapa conceptual hay que seleccionar los conceptos más importantes.
- **Impacto visual:** se relaciona con las características anteriores. En la medida en que el mapa conceptual esté bien elaborado, será más claro, simple, vistoso. Por tal motivo, la distribución espacial de los conceptos es fundamental para la comprensión.

¿Por dónde empezar?

En primer lugar, los alumnos tendrán que identificar y reconocer conceptos. Luego tendrán que identificar su nivel de importancia (cuáles son los inclusores y cuáles son los incluidos) y las relaciones lógicas que existen entre ellos.

Algunas actividades que pueden realizar los docentes para promover la identificación de conceptos

- Escribir un concepto vulgar o uno científico en la pizarra.
- Realizar una lluvia de ideas, de tal manera que los alumnos propongan otras palabras asociadas con el concepto elegido y escribirlas en la pizarra (aceptar también las propuestas incorrectas).
- Orientar a los alumnos a reflexionar sobre los conceptos que propusieron: buscar las semejanzas, encontrar elementos en común, hallar las diferencias, etcétera.
- Diferenciar conceptos de atributos (o cualidades).
- Explicar la idea de concepto.
- Diferenciar conceptos de otro tipo de palabras. Por ejemplo: los verbos, las cualidades y las fechas.

Algunas actividades que pueden realizar los docentes para identificar conceptos inclusores.

- Proponer la lectura de un texto sencillo, claro y breve y pedir a los alumnos que identifiquen conceptos y los presenten en un listado.

³ <http://www.talentosparalavida.com/aula13-2.asp> (última consulta el 22 de julio de 2012).

- Cotejar las producciones y promover la fundamentación oral de dicha selección.
- Solicitar a los alumnos que, en grupos de a dos, organicen los conceptos más amplios y que incluyen a otros.
- Proponer la realización en un solo listado de los conceptos seleccionados de manera individual. Sugerirles que los escriban de arriba hacia abajo.

Algunas actividades que pueden realizar los docentes para establecer palabras-enlace

- Pedir a los alumnos que, con el listado que armaron en la actividad anterior, formen pares de conceptos.
- Sugerirles que expresen en forma oral o escrita la vinculación de un concepto con el otro y, si es necesario, que incluyan otros conceptos que figuran en el listado anterior.
- Explicar el concepto de palabra-enlace.
- Proponer la lectura de un texto sencillo y claro, la búsqueda de conceptos inclusores y la elaboración de palabras-enlace que den cuenta de la relación entre ellos.

Para ampliar la información sobre este tema:

Mancini, L. (1996). *Los mapas conceptuales*. Serie: Cuadernos de apoyo didáctico. Buenos Aires, Santillana.

Ontorio, A. (1995). *Mapas conceptuales: una técnica para aprender*. Madrid, Narcea.

Pozo, J. I, y otros (1999). *El aprendizaje estratégico*. Madrid, Santillana, Aula XXI.

Programa cmaptools.

Existe un programa gratuito muy conocido y utilizado que se denomina “cmaptools” y que facilita mucho la labor técnica de elaboración de los mapas conceptuales, se puede descargar de: http://cmap.ihmc.us/download/dlp_CmapTools.php⁴

Actividad 1.3. Leer un texto del libro de Primaria y elaborar un mapa conceptual

1.3. Los modelos didácticos

El aprendizaje y la enseñanza, íntimamente relacionados, no deben ser considerados como dos partes diferenciadas de un mismo proceso, no existiendo una relación lineal entre un modelo de aprendizaje y uno de enseñanza. Para subrayar la estrecha relación entre la enseñanza y el aprendizaje, lo conveniente es hablar de procesos de enseñanza/aprendizaje (E/A).

Toda propuesta docente, de forma implícita o explícita, se inscribe en un marco epistemológico y tiene fundamentos psicológicos, pedagógicos, sociales, etc., que de algún modo se adaptan a la mejor forma de enfocar el proceso de E/A para quien la elabora, fruto de una reflexión teórica no necesariamente muy profunda. En la planificación del proceso se seleccionan contenidos, se diseñan y programan

⁴ Descarga del manual: <http://cmap.ihmc.us/Support/help/Espanol/index.html> (última consulta el 22 de julio de 2012).

actividades, se deciden recursos y se preparan materiales. En definitiva, se han de tomar una serie de decisiones sobre qué enseñar y cómo hacerlo, y estas decisiones responden a un modelo, en muchas ocasiones implícito.

Es interesante que partáis de vuestra experiencia como discentes e intentéis caracterizar algunas de las formas de recibir clase por parte de vuestros profesores a lo largo de los años. Esto ayudará a intuir lo que se entiende por modelo didáctico.

Para contar con una panorámica de los modelos, puede consultarse el Anexo, al final del tema.

Se procede a continuación a exponer brevemente las características de tres modelos didácticos de gran relevancia en Didáctica de las Ciencias Experimentales.

1.3.1. Modelo por transmisión/recepción

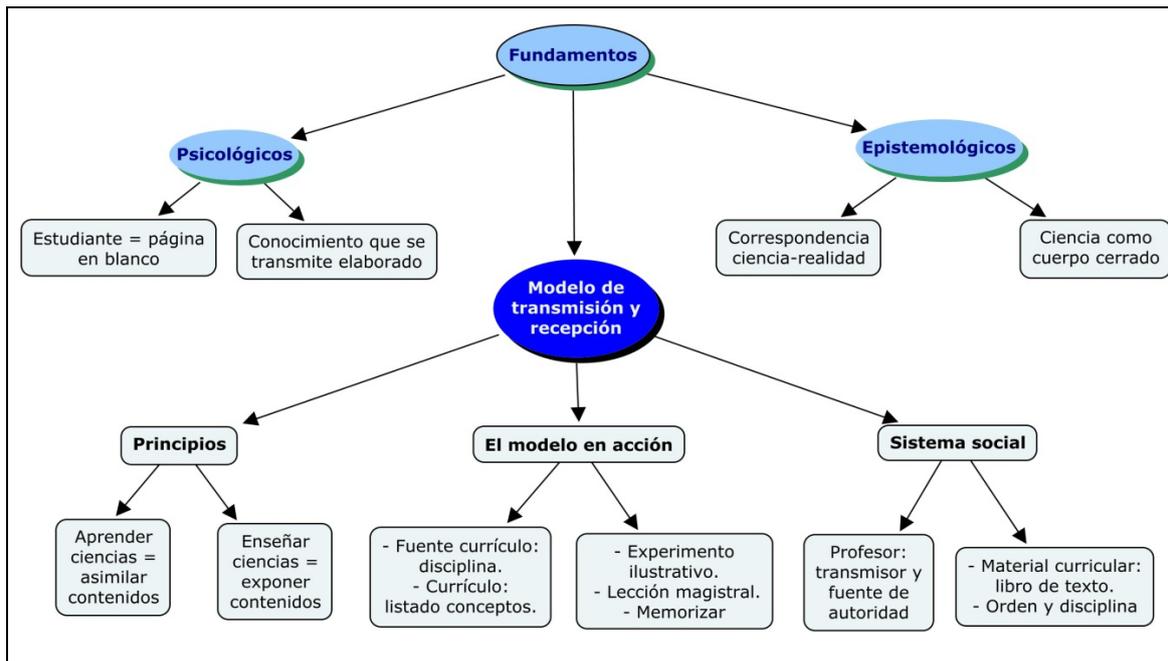
En el apartado anterior ya se ha hecho referencia al modo tradicional de enseñar, según el cual lo único que se necesita para asegurar el aprendizaje es una clara exposición de contenidos por parte del profesorado y unas habilidades innatas, constancia, y esfuerzo, por parte del alumnado. Este tipo de enseñanza se ha concretado en el **modelo por transmisión/recepción** de conocimientos previamente elaborados por la comunidad científica (fundamentalmente los conceptuales), adaptados en mayor o menor medida a las (supuestas) capacidades cognitivas del alumnado.

El modelo por transmisión/recepción, pese a no ser de los más defendidos explícitamente, es el más utilizado en la actualidad. El peso de la tradición es grande, y, además, es el que proporciona mayor seguridad al profesorado, aparte de ser el que menor planificación de la docencia supone. Presta más atención a los aspectos epistemológicos que a los psicológicos, pudiendo obviar estos últimos.

La concepción de aprender y enseñar ciencias se basa en el lenguaje, oral o escrito, sin ser necesario el contacto directo con la realidad. El currículo consiste en un listado de conceptos que se expondrán en clases magistrales, y las experiencias prácticas consisten en “recetarios” de laboratorio, ya que su propósito es el de comprobar la teoría. La función del profesorado, fuente de autoridad, es la de transmitir conceptos, normalmente los que aparecen en el libro de texto, para lo que no es necesario disponer de conocimientos didácticos o pedagógicos, sino solo disciplinares.

El alumnado participa solo cuando se le pregunta algo, y las actividades se realizan a título individual. La evaluación consiste en un examen final, habitualmente de reproducción memorística de lo trabajado en clase. Las características de este modelo quedan recogidas en la Figura 2 (Jiménez, 2000, p. 171).

Figura 2. Modelo por transmisión/recepción



Según se ha demostrado en un buen número de trabajos, la mera exposición de contenidos no asegura su comprensión, y mucho menos su aprendizaje. Los conocimientos no se adquieren ya elaborados, sino que se rehacen a la luz de las ideas previas. Por otra parte, tampoco el desarrollo del conocimiento científico es acumulativo, como se pretende sea el aprendizaje según este modelo.

También, si pretendemos un aprendizaje significativo, se ha de partir de situaciones problemáticas por las que el alumnado manifieste interés (Gil, 1993), cuestión que no se tiene en cuenta en un modelo que se estructura según la lógica de la disciplina, como es el que nos ocupa.

Finalmente, para enseñar no basta con saber la asignatura, siendo fundamental el conocimiento de otros aspectos psicológicos, pedagógicos, didácticos, etc., así como prestar mayor atención a los objetivos de carácter procedimental y actitudinal. Todas estas críticas nos permiten hablar del “fracaso” de la enseñanza tradicional (Jiménez, 2000, p. 172) o, al menos, de un “relativo fracaso” (Perales, 2000, p. 46). En otras palabras, *“el problema de la enseñanza tradicional de las ciencias no es lo que enseña sobre la ciencia, sino lo que no enseña”*.

1.3.2. Modelo por descubrimiento

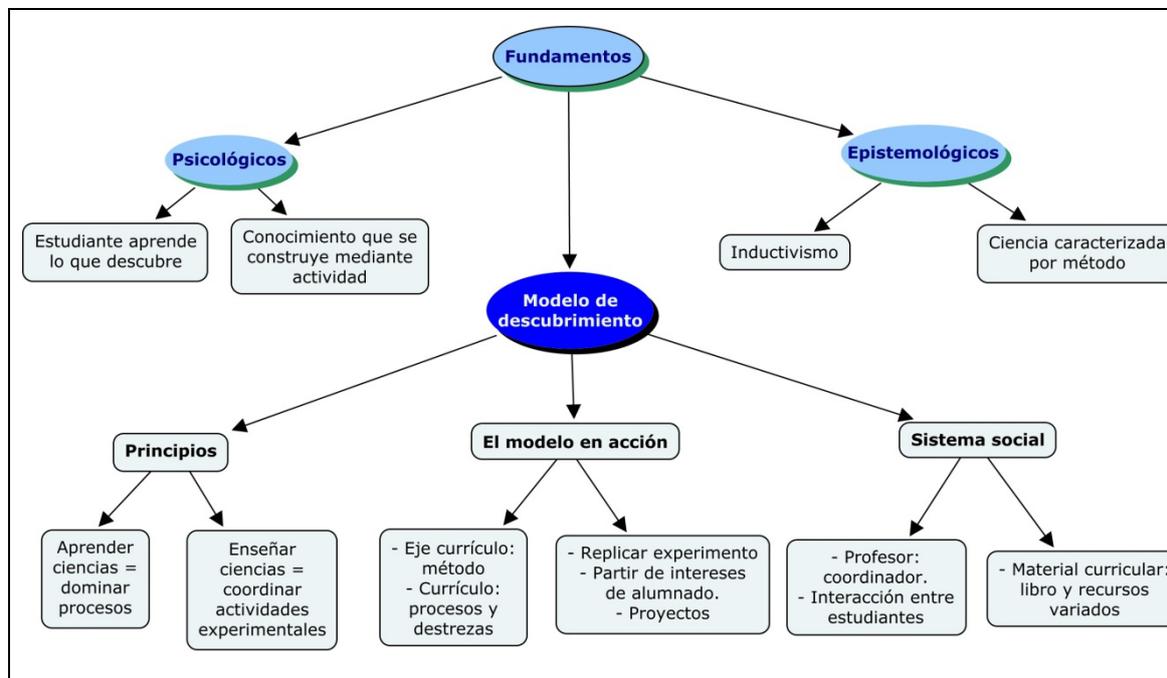
La gran reforma que supuso el surgimiento de la DCE en Estados Unidos en la segunda mitad del siglo XX como consecuencia, entre otras, el surgimiento del **modelo por descubrimiento**, en el que se comienza a prestar atención a la Psicología del aprendizaje, marcando como uno de los objetivos de la E/A de las ciencias el desarrollo del pensamiento formal (en el sentido piagetiano).

Su fundamento epistemológico, principalmente, es el empirismo o inductivismo ingenuo, basado en la observación objetiva, sin dependencia de la teoría, de la que se extraen conclusiones mediante un método científico universal e infalible, marco en el que la ciencia queda caracterizada por su método. El alumnado pasa a tener un papel principal, pues debe (re)descubrir por sí mismo los conocimientos científicos a partir de datos empíricos.

Aprender consiste, pues, en dominar los procesos del método científico, y lo que debe enseñar el profesorado no son los conceptos ni las estrategias de resolución de problemas, sino destrezas para la investigación. El currículo se basa, pues, en los procesos y destrezas para la correcta aplicación del método científico a réplicas de experimentos pasados, o proyectos, que interesen al alumnado.

El profesorado adquiere el papel de coordinador, para lo que debe contar con formación psicológica y pedagógica, aparte de la disciplinar. También debe poseer capacidades para fomentar la interacción entre estudiantes y utilizar, además (o en lugar) del libro de texto, guiones de trabajo y recursos variados que permitan que el alumnado investigue y manipule. La evaluación se basa en la capacidad de utilizar los conocimientos en situaciones nuevas. Las características de este modelo quedan recogidas en la Figura 3 (Jiménez, 2000, p.173).

Figura 3. Modelo por descubrimiento



El modelo por descubrimiento, aunque supuso una verdadera revolución para la E/A de las ciencias, comenzó a entrar en crisis al coincidir con movimientos sociales y políticos que ponían en entredicho el papel idealizado que hasta el momento habían tenido la ciencia y la tecnología. Se criticaron tanto sus fundamentos como sus

programas, pues, además de promover una imagen inductivista del trabajo científico, los progresos de la ciencia son inseparables de los contenidos.

Por otra parte, también es discutible que el alumnado pueda descubrir una interpretación determinada (la que se pretendía en el diseño) de una experiencia, que en ocasiones solo se le presentaba en formato texto, ya que podía no ser la única interpretación (Giordan, 1982).

1.3.3. Modelo constructivista

A las críticas al modelo por descubrimiento se unieron otros factores de tipo práctico, como las dificultades de compatibilizar las exigencias del modelo con el cumplimiento de los programas escolares, o las limitaciones presupuestarias destinadas a la enseñanza pública, y finalmente el modelo se fue abandonando en pos del surgimiento de todo un movimiento de renovación que se ha englobado en el denominado **modelo constructivista**. No debemos olvidar, no obstante, la deuda que tenemos con el modelo por descubrimiento, pues supuso la ruptura con la mera transmisión/recepción del conocimiento, y el principio del necesario énfasis en la actividad de la persona que aprende.

Las propuestas constructivistas (véase el apartado 1.1.1) surgen en el último tercio del siglo XX en un relativo consenso (Driver, Guesne y Tiberghien, 1992; Gil, 1993), aunque no hay total acuerdo en que les corresponda un determinado modelo de E/A, pues existen claras diferencias entre ellas. No obstante, hay rasgos comunes en los que parecen estar de acuerdo, y de ahí el englobarlas en el mismo modelo. Así, todas surgen de la investigación sobre las ideas previas del alumnado, a las que hay que prestar atención, pues condicionan el aprendizaje.

Se defiende una construcción personal del conocimiento, en relación con lo que ya se sabe, siendo esencial que el alumnado sea consciente de sus ideas previas y de que las usa en sus explicaciones. Desde esta perspectiva, la observación depende en gran medida de la teoría, considerando la ciencia como una interpretación de la realidad mediante modelos científicos.

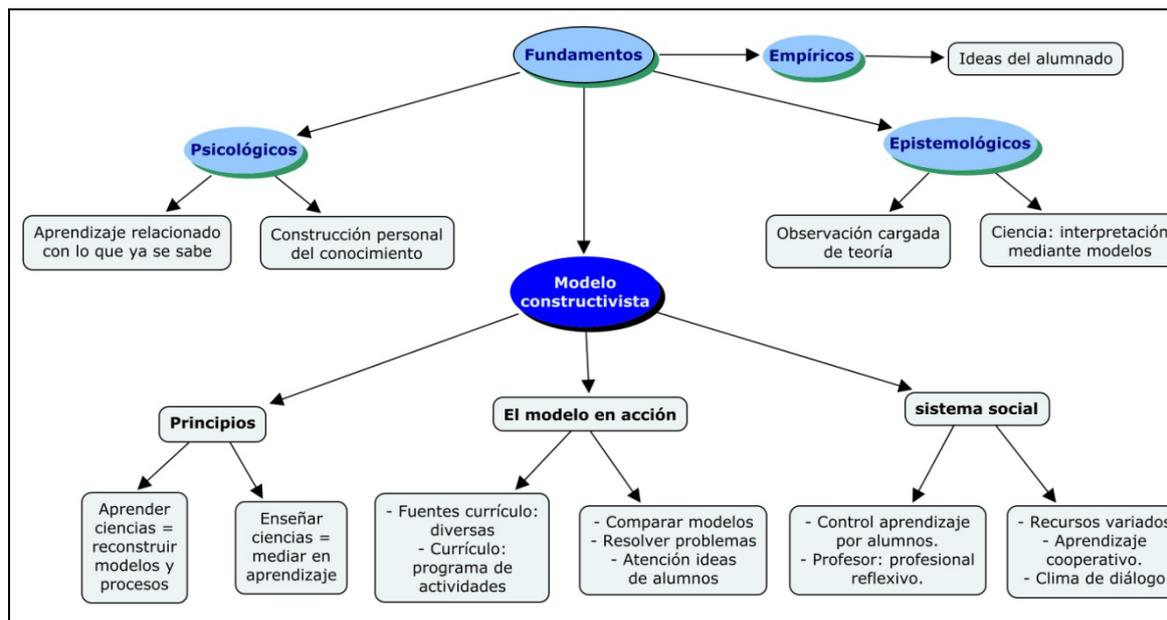
Aprender ciencias es reconstruir los conocimientos partiendo de las ideas propias, ampliándolas o cambiándolas, según el caso. Implica, pues un proceso de construcción. Enseñar ciencias consiste en mediar en este proceso. El currículo consiste en un programa de actividades, entendidas como situaciones de aprendizaje con las que el alumnado construye su propio conocimiento de modo cooperativo y en un clima de diálogo.

La responsabilidad del proceso de E/A corresponde al alumnado, siendo el papel del docente el de investigador en el aula, diagnosticando y solucionando los problemas de aprendizaje. Para ello, es necesario que la planificación sea flexible, pudiendo ser

modificada en cualquier momento. Se evalúan tanto conceptos como destrezas, y la capacidad de aplicarlos a la resolución de nuevos problemas.

También el alumnado evalúa su propio aprendizaje mediante estrategias como, por ejemplo, los mapas conceptuales. Como materiales a utilizar, destacar libros de texto (no solo uno), guiones de trabajo y guías para el profesorado. Se necesitan recursos variados. Las características de este modelo quedan recogidas en la Figura 4 (Jiménez, 2000, p.176).

Figura 4. Modelo constructivista



Es difícil realizar una crítica a un modelo cuyas estrategias, incluso en la actualidad, se han llevado poco a la práctica. Las exigencias de su puesta en práctica, como ocurrió con el modelo por descubrimiento, no son muy compatibles con el cumplimiento de los programas escolares, y el afán del profesorado por cubrirlos en su totalidad (tal vez deberíamos hablar de “necesidad” en los últimos cursos del Bachillerato) hace que sus recomendaciones sean desechadas de antemano.

Quizás las críticas más severas se hayan realizado sobre su fundamentación epistemológica, aunque también pueden encontrarse algunas relacionadas con los mecanismos de identificación de ideas previas, los modelos psicológicos sobre el aprendizaje, a la disparidad de metodologías asociadas al modelo (Perales, 2000), o al de asociarlo con un modelo determinado de instrucción (Jiménez, 2000).

De cualquier modo, el constructivismo debe entenderse como una perspectiva dentro de la que trabajar, más que una solución, o receta, para resolver los problemas y dificultades de las clases de ciencias, y a la investigación desarrollada al respecto debemos datos de gran interés relacionados con las ideas previas del alumnado y con dificultades docentes que antes no se tenían en cuenta.

Actividad 1.4. Comparar los modelos anteriores con el que subyace en el libro de texto base y en el libro del profesor**1.4. Estrategias didácticas como concreción de la orientación constructivista de la enseñanza/aprendizaje**

En este apartado se comentarán de las propuestas de actuación docente con orientación constructivista que más han destacado en DCE, si bien lo han hecho más por haberles dedicado atención en la investigación didáctica que por su aplicación real en las aulas (Jiménez, 2000).

Estos enfoques metodológicos pretenden dar respuesta a cuestiones específicas, por lo que cada uno tiene objetivos distintos, diferentes fuentes de fundamentación y se centra en aspectos distintos del aprendizaje, aunque todos coinciden en asignar el protagonismo del aprendizaje al alumnado. En este sentido, no son incompatibles, sino, hasta cierto punto, complementarios, y deben entenderse como parte de las estrategias que el profesorado puede utilizar en el aula.

1.4.1. El cambio conceptual

Los enfoques basados en el **cambio conceptual** se centran en cambiar, cuando sea preciso, los marcos conceptuales de los que parte el alumnado. Situado en una posición intermedia entre la instrucción y el descubrimiento, esta estrategia supone que, en determinadas condiciones, las ideas previas del alumnado pueden ser sustituidas por nuevas ideas (las aceptadas por la comunidad científica). Fue propuesto en 1982 por Posner, Strike, Hewson y Gertzog, y de ahí que se conozca por sus iniciales: PSHG.

En realidad, el modelo de cambio conceptual PSHG establece las condiciones que hacen posible el cambio en las ideas del alumnado, aunque no prescribe formas concretas de enseñar con las que lograrlo, y en este sentido puede no ser considerado un modelo de enseñanza. No obstante, su influencia en el ámbito de la DCE ha sido fuerte y se han diseñado multitud de proyectos y materiales basados en este enfoque de la E/A, que se considera de orientación constructivista por partir de las ideas previas del alumnado.

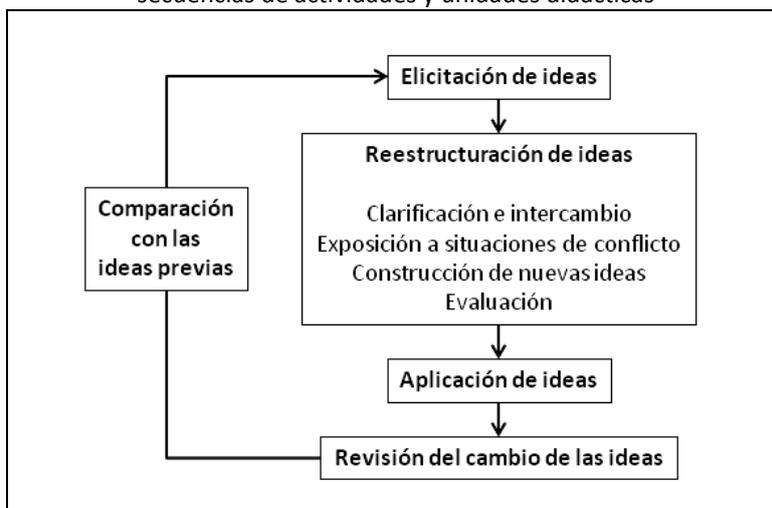
Los pasos a seguir para provocar el cambio conceptual serían (Driver, 1986):

- i. Identificación de las ideas previas del alumnado. En esta fase hay que hacer hincapié en que el propio alumnado ha de ser consciente de que parten de estas ideas.
- ii. Conflicto conceptual. Las ideas previas se cuestionan mediante contraejemplos, haciéndoles ver que esas ideas no son tan útiles como pensaban.

- iii. Introducción (o construcción) de conceptos. El profesorado debe favorecer la génesis de nuevas ideas.
- iv. Aplicación de las nuevas ideas. Se han de proporcionar oportunidades para que el alumnado reconozca que las nuevas ideas son más útiles que las anteriores, no solo para explicar las situaciones que no se podían explicar con las previas, sino ante nuevas situaciones.

La Figura 5 muestra el esquema que R. Driver propuso para desarrollar propuestas didácticas basadas en el cambio conceptual (Driver, 1988).

Figura 5. Propuesta de Driver para el desarrollo de secuencias de actividades y unidades didácticas



Las críticas más relevantes y actuales al cambio conceptual como estrategia docente se han centrado en el debate en torno a la existencia de más de un mecanismo de cambio conceptual, al carácter gradual y paulatino de dicho proceso, a la naturaleza del proceso de cambio, al cuestionamiento de la sustitución de ideas como mecanismo de aprendizaje, y las relacionadas con si es, o no, la estrategia idónea para el cambio en las ideas (Oliva, 1999).

Otro inconveniente es el relacionado con la dificultad de trasladar estas ideas al contexto escolar, lo que ocasiona que el cambio conceptual pueda ser entendido como una simple confrontación de las ideas del alumnado con las ideas científicas que plantea el profesorado, una simple negación de las primeras para presentar otras nuevas que las sustituyan. Nada más lejos del espíritu de la propuesta PSHG inicial.

Por otra parte, limitar la E/A de las ciencias al tratamiento de conceptos resulta bastante reduccionista. Para un proceso integral hay que tener en cuenta otras facetas como la de «hacer ciencias» o «aprender acerca de las ciencias». De ahí que surjan otras orientaciones del modelo constructivista en las que se tienen en cuenta estas facetas.

1.4.2. La enseñanza por investigación en torno a problemas

Las enseñanzas por **investigación en torno a problemas** persiguen el desarrollo de capacidades de razonamiento y actitudes científicas y hacia las ciencias, a la vez que el de estructuras conceptuales propias de la ciencia escolar, de forma significativa, mediante procesos de investigación y toma de decisiones por parte del alumnado.

Se fomenta de este modo el aprendizaje de aspectos metodológicos relacionados con el trabajo científico, además de la inmersión del alumnado en la cultura científica, utilizando para ello estrategias propias de la ciencia a la hora de abordar problemas (Gil, 1993; Gil y Vilches, 2005). Además, se participa en proporcionar al alumnado una imagen de ciencia y del trabajo de la comunidad científica más cercana a la que se asume en la actualidad.

En estas estrategias, en las que la resolución de problemas constituye el hilo conductor de las secuencias de E/A, hay que prestar especial atención al significado del término “problemas”. No han de entenderse como ejercicios estereotipados en los que se aplica un determinado algoritmo de resolución, sino como actividades problemáticas, que no tengan una solución evidente e inmediata, orientadas a promover la investigación (quizá sería más oportuno el término *indagación*, entendido como pequeña investigación) por parte del alumnado. Serían la transposición didáctica de la investigación científica.

Hemos de ser precavidos en el uso del término “investigación” en el enunciado de actividades que realmente no lo son, para intentar darles un sentido innovador. Así, actividades como “*investiga*, de entre estas sustancias (se da una lista), cuáles son ácidos y cuáles bases”, o “*investiga* sobre los movimientos que observes y di si son rectilíneos o curvilíneos”, realmente no son investigaciones, bastando para la primera una consulta bibliográfica, y para la segunda un ejercicio de observación y registro.

Si queremos desencadenar un proceso de inmersión del alumnado en el trabajo científico, hemos de plantear problemas contextualizados en situaciones cotidianas, preferentemente de naturaleza abierta y que, en consecuencia, requieran una toma de decisiones argumentada.

Bibliografía

- Benarroch, A. (2011). *Los modelos didácticos*. Máster Universitario de Profesorado, Universidad de Granada.
- Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 3-15.
- Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1992). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Educación infantil y primaria. Madrid: Ediciones Morata, S.A.

- Gil, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 197-212.
- Gil, D. y Vilches, A. (2005). Inmersión en la cultura científica para la toma de decisiones. ¿Necesidad o mito? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3 (2), 302-329. Último acceso el 24 de octubre de 2011, desde http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen2/Numero_2_3/Gil_Vilches_2005b.pdf.
- Giordan, A. (1982). *La enseñanza de las ciencias*. Madrid: Siglo XXI.
- Hernández, C. (2011). *Identificación de los indicios de calidad en la transición de los libros de texto de papel hacia los libros digitales: El caso de las Ondas*. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Hierrezuelo, J. y Montero, A. (1991). *La ciencia de los alumnos. Su utilización en didáctica de la Física y Química*. Vélez Málaga: ELZEVIR.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2000). Modelos didácticos. En Perales, F. J. y Cañal, P. (Eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil.
- Oliva, J. M. (1999). Algunas reflexiones sobre las concepciones de los alumnos y el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), 93-108.
- Perales, F. J. (2000). *Resolución de problemas*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Posner, G., Strike, K., Hewson, P. y Gertzog, W. (1982). Accomodation of a scientific conception. Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2), 211-227.
- Pujol, R. M. (2003). *La didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis S.A.

Anexo al Tema 1. Cuadro resumen de modelos didácticos (Benarroch, 2011)

	FUNDAMENTOS			ELEMENTOS DIDÁCTICOS					
	Concepto de Ciencia	Concepto de aprendizaje	Relaciones comunicativas	Objetivos	Contenidos	Metodología	Recursos	Evaluación	Rol del profesor
MODELO TRANSMISOR	Ciencia absoluta y verdadera	Estructura cognitiva como una "caja vacía". Se aprende escuchando	No existen	Recordar contenidos	Contenidos conceptuales	Transmisión	Pizarra Libro de texto	Final (Sumativa)	Transmisor
MODELO POR DESCUBRIMIENTO	Ciencia empirista (objetividad en la observación)	Se aprende mejor lo que se descubre por sí solo mediante la propia actividad (Aprendizaje por descubrimiento de Bruner)	No son importantes	Aprender procesos científicos	Contenidos procedimentales	Ciclos: <ul style="list-style-type: none"> • Observación • Hipótesis • Experimentación • Resultados • Inferencias • Conclusiones 	Laboratorio	Continua (Formativa) Final (Sumativa)	Facilitador de medios y recursos

FUNDAMENTOS			ELEMENTOS DIDÁCTICOS						
Concepto de Ciencia	Concepto de aprendizaje	Relaciones comunicativas	Objetivos	Contenidos	Metodología	Recursos	Evaluación	Rol del profesor	
MODELO CONSTRUCTIVISTA*	Ciencia paradigmática (Importancia de los conocimientos previos sobre las observaciones e investigaciones)	Se aprende reconstruyendo modelos cognitivos y en dicha reconstrucción intervienen las interacciones físicas, vicarias y simbólicas (Constructivismo Orgánico)	Son importantes y diversas	Formación integral del estudiante (lo que implica atender a contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales que son inseparables en el enriquecimiento de las estructuras cognitivas)	Ideas clave con gran poder explicativo abordadas a partir del entorno	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosticar problemas • Criticar experimentos • Distinguir alternativas • Investigar conjeturas • Buscar información • Construir modelos • Debatir con pares • Argumentar con coherencia 	Recursos variados: <ul style="list-style-type: none"> • Escritos • Experienciales • Tecnológicos 	Inicial (Diagnóstica) Continua (Formativa) Final (Sumativa)	Diagnosticador Motivador Guía Investigador en la acción

* Hay multitud de modalidades de modelos didácticos constructivistas, desde los Inquiry-Based Science Education (IBSE) hasta la enseñanza por competencia, pero todos tienen en común las siguientes ideas:

- A. La enseñanza está al servicio de conseguir el aprendizaje de los estudiantes.
- B. Para aprender es necesario verle el sentido a lo aprendido (importancia de la motivación y la contextualización).



Tema 2

La materia y sus transformaciones

Plan de trabajo autónomo

«En muchas de las escuelas todavía, los prejuicios, la influencia del libro de texto, la falta de orientación, reducen esta enseñanza a una simple enumeración de caracteres, a una nomenclatura seca y árida, a una sistematización impropia de la edad e interés del niño y coleccionismo de vitrina que aleja del espíritu toda idea de dinamismo y vida y es contrario al intento de crear el afán de la investigación personal con la observación directa de la naturaleza y la apreciación de las causas determinantes de los hechos observados»

Sensat, 1933

Introducción

Lo que debes saber en relación con la materia y sus transformaciones es, como mínimo, lo indicado en el bloque de contenidos “Materia y energía” del Real Decreto 1513/2006, BOE de 8 de diciembre de 2006 (tendrás que saberlo como primer requisito para poder enseñarlo). Son contenidos que ya has estudiado en algún momento de tu vida, pero siempre viene bien recordarlos y consolidarlos. Para ello te presentamos, como guía, este plan de trabajo.

Una vez realizadas todas las actividades propuestas, has de ser capaz de (compruébalo):

1. Definir materia, conocer sus propiedades y diferenciar las generales de las específicas.
2. Saber el significado de magnitud física y de la operación que permite su medida. Familiarizarse con el uso de múltiplos y submúltiplos de las unidades, así como con el Sistema Internacional.
3. Distinguir las sustancias puras (elementos y compuestos) de las mezclas (homogéneas y heterogéneas). Saber utilizar distintas técnicas de separación de mezclas.
4. Diferenciar los cambios físicos de los químicos.
5. Identificar las fuerzas como las causas de las deformaciones y los cambios en el movimiento. Reconocer la acción de fuerzas de contacto y a distancia.
6. Señalar las propiedades características de los tres estados de la materia, identificar los cambios de estado y explicar propiedades y cambios con la teoría cinético-molecular de la materia.
7. Analizar el cambio químico. Expresar las reacciones químicas mediante ecuaciones. Comprender el significado de una fórmula química
8. Conocer algunos cambios químicos frecuentes como oxidación, combustión y fermentación.

Actividad 2.1. Cuestionario de ideas previas

Antes de comenzar el tratamiento de este tema, vamos a proponerte que respondas el cuestionario de conocimientos previos que te entrega el profesor con el fin de poder ubicarnos, a nivel de clase, en el contexto del conocimiento que tengamos sobre algunos fenómenos relacionados con la materia.

2.1. La materia

2.1.1. Propiedades de la materia

Vamos a estudiar algunas propiedades de la materia y las formas en la que podemos encontrarla a nuestro alrededor. Pero... ¿tenemos claro a qué nos referimos cuando hablamos de “materia”?

1. Observa a tu alrededor y pon un ejemplo de algo que consideres materia, y otro de algo que no sea materia. Describe con detalle cada uno de ellos.
2. Qué te resulta más fácil describir ¿el ejemplo de materia o el de no materia? ¿Por qué?
3. ¿Qué diferencia principal encuentras en el modo de describir lo material y lo no material?
4. En base a todo esto, ¿cómo definirías materia?

A poco que reflexiones, observarás que para describir tus ejemplos de materia puedes utilizar algunas propiedades físicas (dimensiones, masa, etc.). Sin embargo, describir algo no material es más difícil; ahí no hay propiedades físicas.

Todos estaríamos de acuerdo en que nuestro A4 mide 297x210 mm pero, ¿también estaríamos de acuerdo en que algo es bonito, o justo? La Física se preocupa fundamentalmente de lo que podemos medir, para lo que se definen las magnitudes físicas y sus unidades. Pero antes de entrar con detalle en esto, demos una definición aproximada de materia (que luego ampliaremos).

Llamamos materia a todo aquello que tiene masa y volumen.

Normalmente no nos interesa estudiar la materia en general, sino una porción concreta de la misma que llamamos **cuerpo** (el agua de una botella, un libro, un clavo de hierro, etc.).

En cuanto a las propiedades de la materia, se diferencian dos tipos: propiedades generales y específicas (o características). Las **propiedades generales** son comunes a toda la materia y nos permiten reconocerla (distinguir lo que es materia de lo que no lo es). Por ejemplo, la *masa* y el *volumen*.

Las **propiedades específicas** nos permiten distinguir un tipo de material (p.ej. el cobre) de otro (p.ej. la sal común). Así son propiedades específicas la densidad, los puntos de fusión y ebullición, la dureza, etc.

La **densidad** (d) es una propiedad específica particularmente importante, que se define como la masa que tiene un cuerpo por unidad de volumen. En lenguaje matemático esto mismo puede decirse como: $d = m/V$. Así, un cuerpo muy denso (p.ej. el plomo) tiene mucha masa en un volumen pequeño.

5. ¿Es el peso una propiedad general de la materia? Justifica la respuesta.
6. Busca información y define con tus propias palabras las propiedades generales mencionadas en el texto.
7. Tenemos agua en un vaso. Justifica en este caso concreto una propiedad general y otra específica. (Explícalo brevemente sin copiar frases del texto).
8. Una pieza de cobre da en la balanza 31,5 g. Determinado su volumen, resulta 3,5 cm³. ¿Cuál es la densidad del cobre? (No olvidar poner la unidad).

2.1.2. La medida

Las propiedades de los cuerpos o de los fenómenos que pueden medirse reciben el nombre de **magnitudes físicas**. Son magnitudes físicas la longitud, el tiempo, la temperatura, la velocidad, etc. No son magnitudes físicas el olor, la belleza, etc.

Medir es una operación que consiste en determinar la cantidad de una magnitud (p.ej. la masa de una roca) al compararla con otra cantidad de la misma magnitud (p.ej. el kg) que se toma como unidad. Así, si la roca tiene $m = 3$ kg, esto significa que su masa es 3 veces mayor que la de la unidad (1kg). Otro ejemplo, si el ancho del A4 mide 210 mm, es lo mismo que decir que caben 210 milímetros en dicha dimensión. Medida es el resultado del proceso de medir⁵ (3kg y 210mm, respectivamente).

9. Antes hemos dicho: *“medir es comparar una magnitud con su correspondiente unidad”*. Piensa en dos ejemplos distintos a los explicados, indicando en cada uno qué propiedad quieres medir, y qué magnitud y unidad utilizas para ello.

Decimos que una magnitud es **fundamental** (p.ej. longitud, masa, tiempo, etc.) cuando no se obtiene a partir de otras. Las magnitudes **derivadas**, por el contrario, pueden expresarse en función de las fundamentales, en lenguaje matemático (p.ej. superficie = longitud x longitud; velocidad = longitud/ tiempo, etc.).

También diferenciamos entre **medidas directas**, cuando se realizan directamente con un aparato de medida, e **indirectas**, cuando las obtenemos matemáticamente a partir de medidas directas. Así, las medidas del ancho y el alto de un A4, realizadas con una regla, son directas, pero la medida de su superficie, si la hacemos multiplicando las dos anteriores (ancho x alto), sería indirecta.

10. Reflexiona sobre la siguiente cuestión: la superficie siempre es una magnitud derivada, pero su medida, ¿siempre es indirecta?

⁵ Aquí conviene reflexionar que una cosa es la cantidad que obtenemos en la medida y otra, la “cantidad real”. La diferencia entre ambas será el **error de la medida**. Puede deberse al propio instrumento (p.ej. que no sea suficientemente preciso, como una regla dividida en cm), o a la persona que realiza la medición (p. ej. que no sepa utilizar el instrumento).

11. En una práctica de laboratorio vamos a determinar la densidad de un cuerpo. Para ello, medimos la masa con una balanza y el volumen con una probeta, obteniendo la densidad mediante la conocida expresión $d = m/V$. Identifica las magnitudes que vas a manejar. Cada una de estas magnitudes, ¿es fundamental o derivada? ¿Y sus medidas, son directas o indirectas?

Es evidente que, en física, un número sin unidad no significa nada. Pero también hay que decir que la medida de una misma magnitud se puede expresar en unidades distintas. Es exactamente igual decir que el ancho del A4 es 210 milímetros, que decir 21 centímetros, o 0,21 metros; o que la clase dura una hora, 60 minutos, o 3600 segundos.

En el caso de una magnitud derivada (p.ej. la densidad, $d=m/V$), sus unidades también se derivan de las magnitudes que entran en su definición (p.ej. pueden emplearse como unidad de densidad el kg/m^3 , el g/cm^3 , etc.).

De todas las unidades posibles de cada magnitud, los científicos se han puesto de acuerdo para elegir una de ellas para expresar preferentemente las cantidades (p.ej. de longitud, el metro). Todas ellas forman parte del **Sistema Internacional de Unidades (S.I.)**.

12. La comunidad científica ha decidido cuáles son las siete magnitudes fundamentales, sus unidades en el S.I., e incluso los símbolos para estas unidades. Busca información sobre ellas y rellena tabla siguiente.

Magnitudes fundamentales del S.I.		
Magnitud	Unidad	Símbolo

13. Para las magnitudes de la cuestión anterior busca la definición de sus unidades.
 14. Estas definiciones, ¿te parecen adecuadas para el alumnado de Primaria? En caso contrario, adáptalas (*transposición didáctica*). Te puedes ayudar de las que encuentres en libros de texto de Primaria.
 15. ¿Cuál será la unidad en el S.I. de las magnitudes derivadas: superficie, velocidad y densidad?

En todas estas unidades pueden utilizarse, además, sus múltiplos y submúltiplos. Así, la anchura de un A4 se expresa en centímetros o milímetros, pero para la de una

habitación solemos utilizar el metro, y para la distancia entre dos localidades, el kilómetro.

De esta manera, los números utilizados son más cómodos (por ejemplo, para el ancho del A4 decimos 21 cm, o 210 mm, en lugar de 0,21 m, o 0,00021 km, ya que los dos primeros son más fáciles de manejar). No obstante, si nos piden utilizar el S.I., tendríamos que decir 0,21 m). Observa en la siguiente tabla algunos de los prefijos que se emplean para los múltiplos y submúltiplos de cualquier unidad.

Prefijo	Símbolo	Valor	Notación científica
tera	T	1 000 000 000 000	10^{12}
giga	G	1 000 000 000	10^9
mega	M	1 000 000	10^6
kilo	k	1 000	10^3
hecto	h	1 00	10^2
deca	da	1 0	10
deci	d	0,1	10^{-1}
centi	c	0,01	10^{-2}
mili	m	0,001	10^{-3}
micro	μ	0,000 001	10^{-6}
nano	n	0,000 000 001	10^{-9}
pico	p	0,000 000 000 001	10^{-12}

16. Una habitación tiene 5m x 4m ¿Cuál será su superficie en m^2 ? La misma habitación tiene, por tanto, 50dm x 40dm ¿Cuál será su superficie en dm^2 ? Deduce de aquí la equivalencia entre el m^2 y el dm^2 . Si las unidades lineales suelen variar de 10 en 10 ¿cómo lo hacen las cuadradas?
17. Convierte las cantidades siguientes: a) 0,5 km en m; b) 250 mg en g; c) 85 Mb en Gb; d) 0,75 litros en kg. ¿Hay algún caso en que la conversión no puede hacerse? ¿Por qué?
18. La unidad de volumen en el S.I. es el m^3 , cuyos múltiplos y submúltiplos varían de 1000 en 1000 (p.ej. $1m^3=1000dm^3$). En la práctica se utiliza mucho como unidad de capacidad el litro (l), cuyos múltiplos y submúltiplos varían de 10 en 10 (p.ej. $1l=100cl$). Sabiendo que $1 l = 1 dm^3$ ¿cuál es la relación entre el ml y el cm^3 ? (que son dos unidades muy empleadas en el laboratorio y en la vida corriente).

En tu vida cotidiana habrás manejado muchas de las magnitudes físicas citadas, pero... ¿lo has hecho conociendo su significado? Veamos hasta qué punto.

19. Sin consultar bibliografía, y en pocas líneas, define: longitud, superficie, volumen, masa, peso, densidad y temperatura.

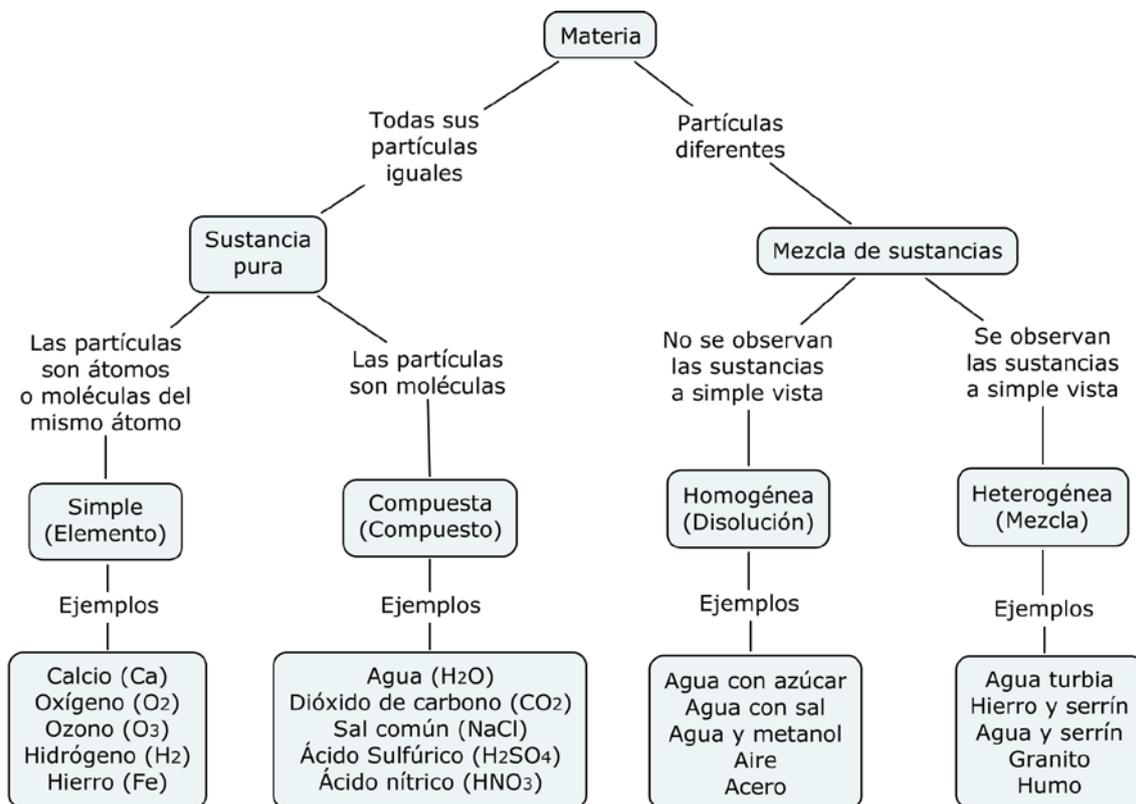
20. Busca las definiciones en algún diccionario (por ejemplo, el de la RAE, www.rae.es) y en algún libro de Primaria. Compáralas con la que diste anteriormente y elabora tu propia definición de cada una.

21. Algunas de las magnitudes anteriores están relacionadas entre sí (por ejemplo, la densidad es la relación entre la masa y el volumen). Piensa en todas las posibles relaciones entre ellas.

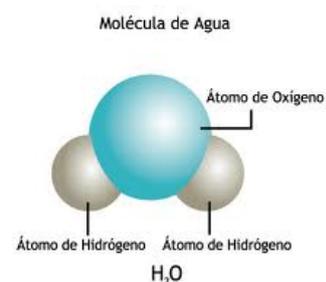
2.1.3. Sustancias puras y mezclas (CONCIVI: Sustancias y mezclas)

22. Elige diez objetos o sistemas materiales de entre lo que te rodean y agrúpalos siguiendo dos criterios de clasificación distintos.

Aunque a nuestro alrededor existen multitud de materiales diferentes, atendiendo a las partículas que los constituyen se pueden clasificar en muy pocos grupos. Observa el siguiente diagrama:



La base para entenderlo bien reside en dos conceptos que debes tener muy claros: **átomo** y **molécula**. Para comenzar a aclararlos observa la figura adjunta. Se trata de un modelo de la molécula de agua, H₂O. La molécula, que es el conjunto, está formada por tres átomos unidos por enlaces: dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.



23. En base al diagrama anterior, define sustancia simple, compuesto, disolución, y mezcla.

24. ¿En cuál de estos grupos estarían los materiales que pensaste en la cuestión 22?

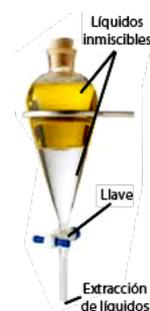
Los materiales que más abundan en la naturaleza son las mezclas, tanto homogéneas como heterogéneas (por ejemplo, el agua de mar, la del grifo, o las aleaciones, son disoluciones; la mayoría de las rocas, o lo que extraemos de los yacimientos minerales, son mezclas heterogéneas). El estudio de la materia se hace más fácil partiendo, no de las mezclas sino de las sustancias que las forman. Para ello hay que separarlas. De aquí la importancia de las técnicas de separación de mezclas.

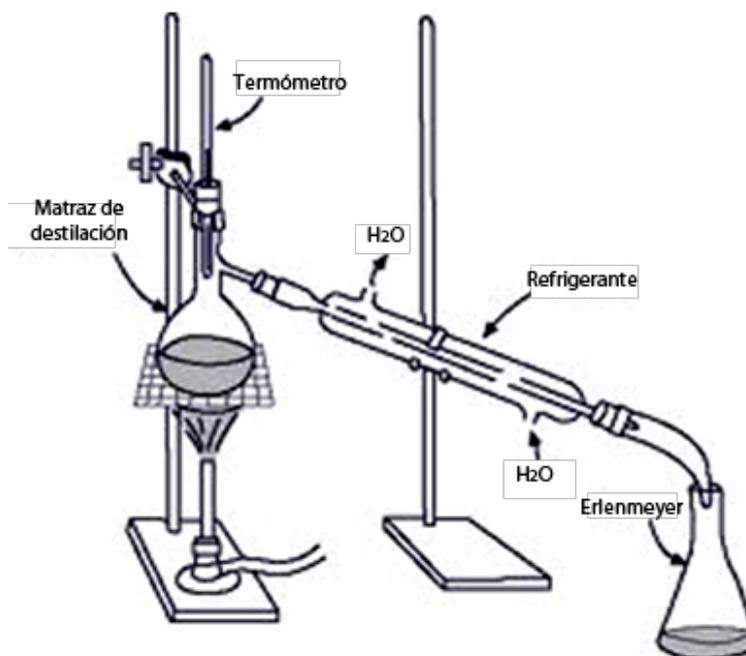
25. En caso de que alguno de los materiales de la cuestión 22 fueran mezclas (lo más probable), ¿cómo separarías las sustancias que las forman?

2.1.4. Separación de mezclas

Los procedimientos de separación de mezclas más usuales son:

- **Filtración.** Sirve para separar las partículas sólidas del líquido en que se encuentran. En el laboratorio se emplea papel de filtro; en una depuradora, arena o grava. Cualquiera de ellos permite el paso del líquido pero no de las partículas, que quedan retenidas.
- **Sedimentación y decantación.** Cuando un sólido se encuentra mezclado con un líquido, al dejarlo en reposo el sólido sedimenta y se va al fondo. La decantación es un proceso similar a la sedimentación, pero se utiliza cuando la mezcla está formada por dos líquidos inmiscibles (p.ej. agua y aceite). Se emplea para ello el embudo de decantación (imagen derecha).
- **Evaporación.** Se emplea para separar un sólido del líquido en que se encuentra disuelto (p.ej. sal en agua). Para ello pondremos la disolución en un recipiente de mucha base y poca altura y dejaremos que el agua se evapore durante horas o días. Es el proceso para obtener las sales marinas, dejando evaporar el agua del mar en extensos estanques de bajo fondo (*salinas*). La energía necesaria para la evaporación la suministra el Sol.
- **Destilación.** La destilación consiste en calentar una disolución de dos líquidos, y así cuando se alcanza la temperatura de ebullición del líquido que la tiene más baja, éste se vaporiza. Ya sólo queda condensar el vapor y recogerlo en forma líquida. También es un procedimiento para obtener agua pura. Al hervir el agua natural deja un residuo de diversas sales y si ahora enfriamos el vapor hasta condensarlo obtendremos agua pura, el agua destilada.





- **Destilación fraccionada.** Las mezclas naturales de productos orgánicos suelen tener muchas sustancias de interés industrial y para este caso el método más adecuado es la destilación fraccionada. El petróleo es una mezcla de decenas de hidrocarburos, todos ellos útiles. Para separarlos, en las refinerías, se utiliza una torre de destilación. El petróleo se calienta a unos 400 °C de modo que casi todos sus componentes hierven. Los vapores se introducen por la parte inferior de la torre cuya temperatura disminuye con la altura, debido al aire que la rodea. Cuando los vapores de una sustancia alcanzan la zona correspondiente a su temperatura de condensación, condensan y, en forma líquida, salen por unas tuberías laterales. De este modo, a cada altura distinta de la torre se extrae una sustancia diferente.

26. Después de leer las técnicas de separación, autoevalúa la respuesta dada a la cuestión 25.

Actividad 2.2. El agua. Mapa conceptual

2.2. Cambios en la materia. Tipos

27. ¿Piensas que en el mundo material existe algo que no cambia, aunque no sea de lo que te rodea?

En la Naturaleza todo cambia constantemente. Desde las estrellas, que la humanidad pensaba que eran astros inmutables, y hoy sabemos que nacen, evolucionan y mueren, hasta las montañas y valles, que podría pensarse que han estado ahí desde la

formación de la Tierra. Todo se encuentra en un continuo cambio. También la evolución de un ser vivo es un continuo cambio.

Los cambios en la materia suelen clasificarse en tres grandes grupos:

- **Cambios físicos.** Son los que se producen sin alteración en la naturaleza química de las sustancias, como los movimientos, los cambios de estado, la atracción magnética, etc.
- **Cambios químicos.** Son aquellos en los que sí se producen cambios en la naturaleza química de las sustancias, como la oxidación del hierro, o los cambios que se producen en el interior de las células vivas.
- **Cambios nucleares.** Se producen cuando cambian los elementos químicos. Así ocurre cuando cuatro núcleos de hidrógeno se unen y forman uno de helio, en las estrellas.

28. Atendiendo a esta clasificación, señala dos ejemplos de cada tipo de cambio.

29. A qué tipo de cambio pertenece cada uno de estos fenómenos: a) el agua se evapora; b) la maduración de una fruta; c) el Sol emite energía; d) lo que ocurre al echar en agua una pastilla efervescente; e) la dilatación de un metal al calentarlo.

Estudiaremos a continuación algunos de los cambios físicos y químicos más característicos. Los nucleares se salen de nuestros objetivos (aunque deberías profundizar un poco en su estudio, dada la importancia que tienen y tendrán en un futuro próximo para la obtención de energía).

2.3. Cambios físicos

2.3.1. Las fuerzas y sus efectos

Muchos de los cambios físicos que se observan en la naturaleza tienen su origen en las fuerzas. Seguramente, el término “fuerza”, y similares, forman parte de tu vocabulario habitual. Sin embargo, la experiencia nos dice que a la hora de definirla surgen dificultades.

30. ¿Qué contestarías a un alumno de Primaria que te preguntara qué es la fuerza?

31. ¿Es correcto decir que un levantador de pesas tiene fuerza?

En muchas ocasiones, en Física se definen las magnitudes en función de los efectos que producen. Es el caso de la fuerza.

Fuerza es toda causa que produce, o bien una deformación, o bien un cambio de movimiento en un cuerpo.

Las fuerzas se representan con unas flechitas llamadas **vectores** que indican dónde están aplicadas, su intensidad, su dirección y su sentido.

Antes de seguir adelante vamos a aclarar algunas cuestiones importantes. Reflexiona sobre ellas.

- Las fuerzas pueden actuar por contacto, o a distancia.
- Cuando se aplican varias fuerzas sobre un mismo objeto, el efecto es el mismo que si actuara solo una, que llamamos *fuerza resultante*, o *neta*, la cual resulta de la *composición* de todas las que actúan.
- Las fuerzas siempre actúan por pares (una sobre un cuerpo otra sobre otro, 3ª ley de Newton). A esto se llama *interacción*.

De las fuerzas que observamos en nuestra vida cotidiana, solo actúan a distancia las *gravitatorias* (responsables del peso de los cuerpos) y las *electromagnéticas* (responsables de los fenómenos eléctricos y magnéticos). Todos hemos observado cómo caen los objetos debido al campo gravitatorio de la Tierra, o cómo se atraen, o repelen, dos imanes. Estos fenómenos ocurren sin contacto directo entre los cuerpos que interaccionan. El resto son fuerzas de contacto, que también son de origen electromagnético (por ejemplo, la fuerza que ejerce el suelo para sostenerme, o la que ejercemos nosotros cuando empujamos o cogemos un objeto).

32. Observa a tu alrededor e identifica fuerzas por contacto y a distancia.
33. ¿Entiendes bien por qué siempre se observan por pares? ¿Cuál sería “la pareja” de las anteriores?
34. ¿Es posible que dos personas ejerzan sendas fuerzas sobre un bolígrafo, y que no se deforme ni varíe su estado de reposo o movimiento?

El estudio de las fuerzas y sus efectos se realiza utilizando las **leyes de Newton**, enunciadas por Isaac Newton en 1687. Reflexiona sobre ellas hasta entenderlas.

- **1ª ley: Ley de la inercia.** Si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza, y estaba en reposo, seguirá así, y si estaba en movimiento seguirá con movimiento rectilíneo y uniforme (es el que transcurre en línea recta y sin variar su velocidad).
- **2ª ley: Ley fundamental de la dinámica.** Cuando un cuerpo es sometido a una fuerza (f), cambia su estado de reposo o movimiento, adquiriendo una aceleración (a) directamente proporcional a la fuerza aplicada, e inversamente proporcional a la masa del cuerpo (m). Matemáticamente, $f = m \cdot a$.
- **3ª ley: Principio de acción y reacción.** A toda fuerza (acción) corresponde otra (reacción) igual y de sentido contrario. Aunque estas fuerzas de acción y reacción sean iguales y opuestas no pueden anularse puesto que actúan sobre cuerpos diferentes (de aquí que digamos que las fuerzas siempre se encuentran “por pares”).

35. El movimiento de la Luna alrededor de la Tierra, ¿es uniforme? ¿Qué conclusión puedes obtener de ello?
36. Cuando vamos de pie en un autobús y este frena, caemos hacia delante. ¿Con cuál de las leyes de Newton explicamos este hecho? ¿Cómo?
37. Si circulas con un coche a 100 km/h y sueltas el acelerador, el vehículo termina deteniéndose. ¿Qué fuerza es la causante de esta deceleración?
38. Imagina dos cuerpos, uno con el doble de masa que el otro. (a) Si quieres producirles la misma aceleración, ¿qué relación debe existir entre las fuerzas aplicadas?; (b) si ahora actúan sobre ellos dos fuerzas iguales ¿cómo serán las aceleraciones producidas? ¿Qué relación de proporcionalidad hay, por tanto, entre masa y aceleración?
39. Para cada una de las situaciones siguientes, identifica las fuerzas de acción y reacción, y dibuja un esquema con los cuerpos en los que están aplicadas: (a) empujas un coche para arrancarlo; (b) te apoyas en una pared; (c) la Tierra atrae a la Luna; (d) tu peso.

Tras estudiar estas leyes podemos comprender bien que uno de los efectos de las fuerzas es el **cambio de movimiento** de los cuerpos. Esto quiere decir que: 1) si está en reposo, comienza a moverse; 2) y si se está moviendo: o se para, o se mueve más deprisa o más despacio, o cambia de dirección.

Las fuerzas, aparte de cambios en el estado de reposo o movimiento de los cuerpos, también pueden provocar **deformaciones**. Según cómo reaccionen ante una fuerza, los cuerpos pueden ser *rígidos* (no se deforman), *elásticos* (se deforman, pero cuando deja de actuar la fuerza recuperan su forma original) y *plásticos* (quedan permanentemente deformados).

40. Piensa en dos ejemplos de cada uno de los tipos de deformación anteriores.

Actividad 2.3. Leyes físicas de los dibujos animados

2.3.2. Cambios de estado

Si se deja un poco de agua en un recipiente, al cabo de un cierto tiempo desaparece de nuestra vista completamente por pasar al estado de vapor. Si se calienta agua en un recipiente, al alcanzar una determinada temperatura comienza un paso tumultuoso de líquido a vapor.

41. ¿Recuerdas cómo se llaman estos cambios de estado?
42. ¿Qué diferencias en cuanto a temperatura se observan entre ellos?

El primer caso es la evaporación del agua, el segundo la ebullición. Aunque en ambos se verifica el paso de un líquido a vapor, las diferencias son importantes: la **evaporación** se produce en la superficie libre del líquido (ej. para secar la ropa

conviene extenderla) y a cualquier temperatura; la **ebullición** se produce en toda la masa del líquido (se forman burbujas, es decir esferas de vapor, por todas partes, que escapan) y a una temperatura determinada.

43. ¿Cuál es la temperatura de ebullición del agua?

La temperatura de ebullición depende de la presión ambiente. Cuanto más baja sea la presión, antes hierve el agua (p. ej., a $p = 707 \text{ mmHg}$, hierve a $98 \text{ }^\circ\text{C}$) y, al contrario, a presión elevada el agua se mantendrá líquida a $t > 100 \text{ }^\circ\text{C}$ (olla exprés). ¿Por qué se dice entonces que el **punto de ebullición** del agua es $100 \text{ }^\circ\text{C}$? Porque, por definición, el punto de ebullición de un líquido es la temperatura a la que hierve cuando la presión es igual a 760 mmHg (1 atm).

El cambio de estado de sólido a líquido también puede estudiarse de forma semejante y, asimismo, definir el punto de fusión. En algunas sustancias (CO_2 , I_2 , naftalina, etc.) se verifica (a la presión habitual) un paso directo de sólido a gas. Es la sublimación.

Bajo el punto de vista energético es evidente que los cambios directos (sol \rightarrow liq y liq \rightarrow vap) requieren un suministro de energía (calor). En cambio, en los inversos (liq \rightarrow sol y vap \rightarrow liq) se produce un desprendimiento de energía (calor), de la misma cuantía que el correspondiente directo (si se hace entre los mismos estados inicial y final).

44. En los párrafos anteriores se han nombrado algunos cambios de estado, pero también existen los inversos. Rellena el siguiente esquema con los nombres de los cambios de estado:



45. Pon dos ejemplos de cada uno de los cambios del esquema anterior.

46. Si el punto de ebullición de un líquido como el agua es de $100 \text{ }^\circ\text{C}$, considerando el cambio inverso, el punto de condensación del vapor de agua será mayor/igual/menor que $100 \text{ }^\circ\text{C}$. Razona la elección.

2.3.3. La teoría cinética de la materia (CONCIVI: Teoría cinética)

Como ya sabemos, los sólidos poseen forma y volumen constantes; los líquidos, volumen constante, pero toman la forma del recipiente; y los gases no tienen ni forma ni volumen constantes. A diferencia de sólidos y líquidos, los gases son muy compresibles y pueden ser reducidos hasta volúmenes pequeñísimos.

Todo lo anterior puede explicarse con la **Teoría Cinética**, que tiene a su base varias ideas fundamentales:

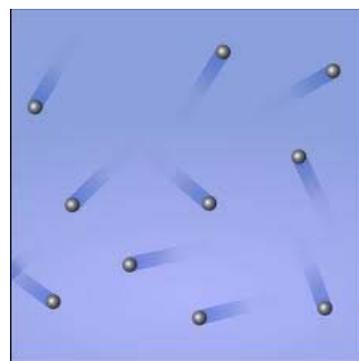
- ✓ **La materia está constituida por partículas** (ya sean moléculas, átomos o iones), que pueden disponerse (según el estado) unas veces ordenadas, otras desordenadas, unas veces juntas, y otras separadas.
- ✓ Las moléculas (en general, las partículas) de la materia están en **incesante movimiento**.
- ✓ La **temperatura** es la manifestación de este movimiento.

47. Dadas las características de forma y volumen de sólidos, líquidos y gases, ¿te imaginas cómo se encuentran las partículas (moléculas H₂O) en el hielo, el agua y el vapor de agua? Representalo en un dibujo para cada caso.

2.3.4. El estado gaseoso

La gran compresibilidad de los gases apunta a una estructura en la que las moléculas⁶, independientes unas de otras, están *separadas* por enormes distancias en relación a su tamaño. Los valores extremadamente pequeños de las densidades de los gases en relación con sólidos y líquidos lo confirma (1 g de agua a 20 °C, ocupa un volumen de 1,04 cm³; en cambio, en estado de vapor a 100 °C y 1 atm, el volumen es de 1 680 cm³. La densidad se ha hecho, pues, unas 1 600 veces menor).

Las moléculas que forman un gas se encuentran en movimiento continuo (imagen derecha). Dicho movimiento es al azar. Los incesantes choques contra las paredes del recipiente es lo que percibimos como **presión** del gas. La presión aumenta con el número de moléculas que golpean las paredes y con la mayor energía cinética de las mismas. Si ningún obstáculo se opone al movimiento de las moléculas, el conjunto de ellas, es decir, el gas, se expande hasta un volumen prácticamente infinito.



Por otra parte, la **temperatura** del gas depende de la rapidez con que se muevan sus moléculas. Más concretamente, de los cálculos de la teoría se deduce que existe una relación lineal simple entre la energía cinética (e_c) media de las partículas de un gas y su temperatura absoluta (T , en kelvin, K). Matemáticamente:

$$e_c \text{ (media)} = A \cdot T \quad (A \text{ es una constante})$$

⁶ Las partículas últimas de los gases más comunes son moléculas formadas por dos o más átomos (N₂, CO₂, etc.). Sólo los gases nobles están constituidos por moléculas monoatómicas (He, Ar, etc.).

O sea, si dos gases diferentes están a la misma temperatura, sus moléculas poseerán la misma energía cinética media. En un mismo gas, cuando aumenta la temperatura también aumenta la energía cinética media y, por tanto, la velocidad media ($e_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$) de sus moléculas (se habla de valores medios porque, en un instante dado y como consecuencia de los choques, no todas las moléculas poseen la misma velocidad).

De la ecuación anterior se deduce que cuando $T=0$, $e_c=0$. Es decir, que a 0 K el movimiento molecular cesa por completo. Por ello es la temperatura *más baja* que puede existir (recuérdese que 0 K = -273 °C).

48. ¿Cómo puede explicarse por la teoría cinética que oloamos un perfume que se encuentra en otra habitación?
49. ¿Cómo puede explicarse por la teoría cinética que al calentar un gas encerrado en un recipiente rígido, aumenta la presión del mismo?
50. Además de la temperatura ¿conoces alguna magnitud cuyos valores no puedan pasar un límite (mínimo o máximo)?
51. Puesto que los grados centígrados (°C) y los Kelvin (K) son lo mismo de grandes, si 0 K = -273 °C, entonces 273 K = 0 °C. ¿Cuál será en kelvin la temperatura de 20 °C? ¿Podrías deducir una fórmula sencilla para convertir unos en otros?

2.3.5. El estado sólido

La forma y el volumen invariables y la débil compresibilidad conducen a suponer que en el sólido las partículas últimas se encuentran prácticamente en contacto unas con otras y dispuestas según un determinado orden geométrico. Es lo que se llama una red cristalina. (Pueden existir materias amorfas, como el vidrio o los plásticos, que carecen del orden mencionado).

En un sólido la libertad de movimiento de sus partículas casi ha desaparecido. Pero éstas tampoco están completamente fijas, sino que realmente se encuentran *oscilando* alrededor de posiciones fijas.

Al calentar el sólido se transmite energía cinética a las partículas, con lo que vibran cada vez más rápidamente. A una cierta temperatura (temperatura de fusión) la agitación es lo suficientemente grande como para que se aparten de sus posiciones de vibración. Se rompe el orden geométrico. El sólido funde.

2.3.6. El estado líquido

También los líquidos poseen volumen constante y débil compresibilidad, por lo que sus partículas han de encontrarse asimismo muy próximas. Esta suposición se ve confirmada por el hecho de que las densidades de los líquidos son, en general, algo inferiores a las de los sólidos, aunque del mismo orden.

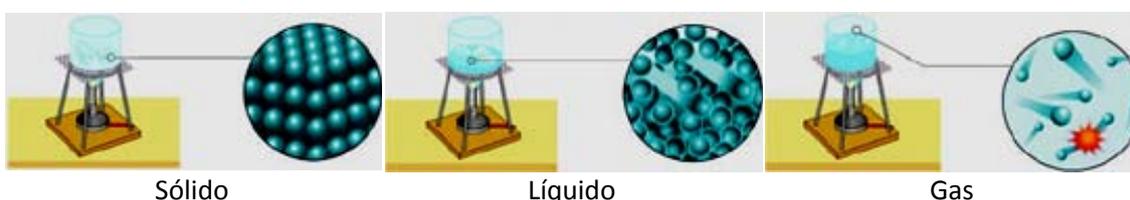
Lo que distingue a sólidos de líquidos es la capacidad de *flujo* de los segundos, que les impide tener forma propia. Esto hace suponer que las partículas que constituyen el líquido no se encuentran alrededor de posiciones fijas, sino que, al existir una mayor agitación térmica, poseen mayor libertad de movimiento y pueden trasladarse unas en relación a otras, deslizándose como en capas.

La **evaporación** se debe al efecto de las moléculas de energía cinética más alta, que pueden superar las fuerzas intermoleculares y abandonar el líquido a través de su superficie. Para que continúe el proceso con la misma intensidad, el líquido toma del medio el calor necesario (por esto, el frío que sentimos, por ejemplo., al evaporarse un poco de alcohol sobre la piel, o al salir en verano de la piscina un día de viento).

Como la **vaporización** del líquido, por evaporación o por ebullición, supone la ruptura prácticamente total de las fuerzas intermoleculares, el calor de vaporización (p.ej. para el agua es de 2260 J/g) es una medida de la intensidad de dichas fuerzas. En cambio, el calor de fusión es normalmente mucho más pequeño que el de vaporización (p.ej. para el agua es de 335 J/g), ya que en la fusión tiene lugar solo un debilitamiento de estas fuerzas.

52. Resume brevemente cómo utilizarías la Teoría Cinética para explicar cada uno de los cambios de estado del esquema de la cuestión 44.

53. Compara los dibujos que hiciste en la cuestión 47 con los de la siguiente figura y explica las diferencias.



Sólido

Líquido

Gas

Actividad 2.4. Las ecuaciones en física y su significado

2.4. Cambios químicos

2.4.1. Ecuaciones y fórmulas químicas. Su significado

54. ¿Qué significado tiene que la fórmula del óxido de hierro sea Fe_2O_3 ? ¿Y la del ácido sulfúrico H_2SO_4 ?

55. El hidrógeno se presenta habitualmente en forma de H_2 . ¿Qué significado tiene esta fórmula? ¿Podrías dibujar un esquema de varias moléculas de este gas?

Una sustancia concreta puede designarse de dos maneras: o escribiendo su nombre (nomenclatura), o escribiendo su **fórmula** (formulación). Así, por ejemplo, podemos escribir “dióxido de carbono”, o simplemente “ CO_2 ”. La fórmula tiene la ventaja que

nos da la composición de la sustancia (el CO₂ está formado por carbono, C, y oxígeno, O) y la estructura de sus partículas (las moléculas de CO₂ están formadas por un átomo de C unido a dos de O).

56. Al consultar un documento vemos en la misma página las tres ecuaciones siguientes: (a) $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{O}_2$; (b) $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$; (c) $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ ¿Representan la misma reacción? ¿Qué significa cada una de ellas? Marca las diferencias. Razona todas las respuestas.

En un cambio químico, también llamado **reacción química**, las sustancias iniciales (reactivos) se transforman en otras finales (productos). Todas las reacciones obedecen la **ley de conservación de la materia**, dada por Lavoisier (final del s. XVIII): la masa total de los productos que aparecen es igual a la masa total de los reactivos de partida.

Una reacción se representa mediante una **ecuación química**, que tiene la siguiente forma:

Reactivos → Productos

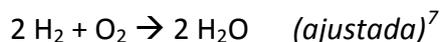
Así, por ejemplo, la reacción de síntesis del agua puede escribirse:

Hidrógeno + Oxígeno → Agua

o bien, con fórmulas:



Con frecuencia las ecuaciones se escriben *ajustadas*, lo que quiere decir que el número de átomos de cada clase es el mismo en los dos miembros (p.ej. aquí está sin ajustar porque hay 2 de O a la izq. y 1 a la der.). Para ajustar una ecuación se escriben delante de las fórmulas unos números llamados coeficientes (p.ej. “2 H₂O” significa que tenemos dos moléculas de agua). La ecuación anterior ajustada sería:



Respecto a los cambios químicos, vamos a considerar dos de los tipos principales: la oxidación y la fermentación.

57. ¿Cómo se interpreta la ecuación $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$? (Compara con la respuesta que diste en la cuestión anterior). ¿Por qué se dice que está ajustada?

Actividad 2.5. Una analogía para teoría atómica y formulación

⁷ NOTA: Aunque aquí para mayor simplicidad vamos a utilizar la modalidad “sin ajustar”, conviene conocer también la existencia y significado de la otra modalidad para evitar situaciones de confusión cuando vayamos a consultar cualquier documento.

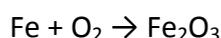
2.4.2. Reacciones de oxidación y combustión

58. ¿Qué pesa más un clavo, o el mismo clavo oxidado?

59. Al quemar carbón, las cenizas que resultan pesan menos que el trozo de carbón original. ¿Cómo se cumple entonces la ley de conservación de la materia?

La **oxidación** es un cambio químico que se produce cuando algún material reacciona con el oxígeno. Los metales son buenos candidatos a oxidarse. Así, si dejamos un trozo de hierro a la intemperie, pronto se observará la herrumbre, que es óxido de hierro. Óxido, en general, es un compuesto formado por un elemento y oxígeno. La ecuación química que describe el cambio citado es:

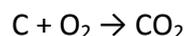
Hierro + Oxígeno → Óxido de hierro



Aunque O_2 ya ha salido antes, aclaramos aquí que el oxígeno (p.ej. el oxígeno que respiramos) se encuentra en forma de moléculas constituidas por 2 átomos, por eso su fórmula es O_2 (y no O).

En ocasiones, la oxidación se produce de forma violenta, desprendiendo gran cantidad de energía en poco tiempo (produciendo una llama). En estos casos hablamos de **combustión**, y a la sustancia que reacciona con el oxígeno (carbón, madera, etc.) la llamamos combustible. La ecuación química general de la combustión del carbón (carbono con impurezas) es en esencia:

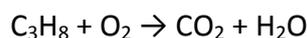
Carbono + Oxígeno → Dióxido de carbono



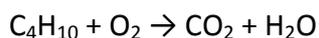
En las reacciones en que intervienen gases (p.ej. O_2) hay que tener en cuenta que los gases también pesan. Si no, no se vería que el principio de conservación de la materia siempre se cumple.

Los hidrocarburos, sustancias formadas por C e H, se utilizan frecuentemente como combustibles. Así por ejemplo, tenemos:

Propano + Oxígeno → Dióxido de carbono + Agua



Butano + Oxígeno → Dióxido de carbono + Agua



60. ¿La oxidación es una combustión, o la combustión es una oxidación? ¿Qué diferencia hay entre una y otra?

61. En muchos documentos (sobre todo libros) los compuestos orgánicos se representan por la fórmula *semidesarrollada*. Así, el butano lo vemos como

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ (o bien, $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$). ¿Por qué la fórmula C_4H_{10} que hemos utilizado aquí representa el mismo compuesto?

62. Observa con detalle las ecuaciones de las reacciones de combustión estudiadas. ¿Qué sustancias se encuentran en todas ellas?
63. Un alumno comenta: “aunque me dicen que en la combustión de cualquier hidrocarburo se produce H_2O , yo, al mirar la hornilla de casa donde se quema el butano, nunca he visto que salga agua”. ¿Qué podrías decirle al respecto a este compañero?
64. El gas natural está constituido por el hidrocarburo más sencillo, el metano, de fórmula CH_4 . ¿Sabrías escribir la reacción de combustión con nombres y con fórmulas?
65. Como sabrás, el dióxido de carbono, CO_2 , es un gas de efecto invernadero. Explica con tus palabras en qué consiste el efecto invernadero, y a qué se debe.

2.4.3. Reacciones de fermentación

La **fermentación** es una reacción natural que suele estar provocada por bacterias y levaduras. Mediante ella los azúcares se transforman en alcohol ordinario y dióxido de carbono.

Añadamos que los azúcares o hidratos de carbono y los **alcoholes** son dos familias de compuestos orgánicos constituidos por C, H y O, pero los segundos más simples que los primeros. Aunque el azúcar más conocido es la sacarosa (azúcar común), el de mayor importancia biológica es la glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Por su parte, el alcohol más usual es el alcohol ordinario (etanol o alcohol etílico, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$).

La ecuación general de la fermentación es:

Azúcar → Alcohol (etanol) + Dióxido de carbono

El **vino** se hace a partir del zumo de las uvas, que llevan en la piel sus propias enzimas (catalizadores naturales). En estas condiciones se produce la reacción de fermentación, en la que la glucosa se transforma en etanol:

Glucosa → Alcohol (etanol) + Dióxido de carbono



Atención al desprendimiento de CO_2 . El lugar (bodega) ha de estar ventilado.

La fermentación suele pararse por sí misma cuando el vino alcanza unos 16 grados alcohólicos (16 partes de alcohol en cada 100 partes de vino).

La fermentación que da origen al vino es una fermentación anaerobia, es decir, en ausencia de aire (los toneles se llenan completamente), pues en caso contrario, el proceso iría seguido de una oxidación, provocada por las bacterias del aire, que

produciría **vinagre** (cuando en casa se deja abierta la botella un cierto tiempo, el vino "se agria"). Pero, otras veces, es precisamente esto mismo lo que se busca para fabricar, a partir de vino, el vinagre⁸ de mesa.

66. El alcohol ordinario, C_2H_5OH o CH_3CH_2OH , es muy inflamable y por ello se emplea hoy día como complemento a la gasolina (bioalcohol). Sabiendo que la combustión de un alcohol produce las mismas sustancias que la de los hidrocarburos, escribe la ecuación de combustión del alcohol ordinario, con nombres y con fórmulas.

67. Recoge información sobre las consecuencias en el organismo humano del exceso de alcohol, como causa de algunos trastornos muy aparentes como "flojera", "falta de reflejos" y "visión doble".

Actividad 2.6. Evaluación y calificación

⁸ El vinagre está constituido por un 5% de ácido acético, un ácido orgánico débil (CH_3COOH). El sabor agrio se debe precisamente a este ácido.



Tema 3

La energía y sus transferencias

Plan de trabajo autónomo

«No nos preocupemos de la cantidad de conocimientos ni de sus aplicaciones... No importa que se hayan quedado secciones enteras de física, química e historia natural sin mencionar ni siquiera. El nombre es lo de menos y la cosa no hay medio de saberla. No se trata de formar sabios, sino hombres, y si hemos conseguido despertar la curiosidad y hemos inculcado el hábito de discernir con rigor científico, podemos darnos por satisfechos; los alumnos encontrarán medio para seguir aprendiendo. Los años que tienen adelante son muchos»

Comas, 1927

Introducción

Lo que debes saber en relación con la energía y su transferencia es, como mínimo, lo indicado en los bloques de contenidos “Materia y energía” y “Objetos, máquinas y tecnologías” del Real Decreto 1513/2006 (tendrás que saberlo como primer requisito para poder enseñarlo). Son contenidos que ya has estudiado en algún momento de tu vida, pero siempre viene bien recordarlos y consolidarlos. Para ello te presentamos, como guía, este plan de trabajo.

Una vez realizadas todas las actividades propuestas, has de ser capaz de (compruébalo por ti mismo al final):

1. Relacionar los cambios en la materia con las transferencias de energía, analizando en cada fenómeno el principio de conservación de la energía.
2. Distinguir entre fuentes de energía renovables y no renovables, analizando las ventajas e inconvenientes de cada una desde el punto de vista de la sostenibilidad.
3. Reconocer el calor como una transferencia de energía, y aplicar el concepto en el análisis energético de fenómenos cotidianos.
4. Introducir la energía eléctrica, como una de las formas más importantes en que utiliza la humanidad la energía, en la explicación de fenómenos cotidianos.
5. Identificar la luz y el sonido como modos de propagación de la energía, y explicar sus efectos sobre la materia.

Actividad 3.1. Cuestionario de ideas previas

Antes de comenzar el tratamiento de este tema, vamos a proponerte que respondas el cuestionario de conocimientos previos que te entrega el profesor con el fin de poder ubicarnos, a nivel de clase, en el contexto del conocimiento que tengamos sobre algunos fenómenos relacionados con la energía.

3.1. La energía

3.1.1. La energía y sus manifestaciones

1. Escribe un par de líneas en las que participe el término energía.
2. ¿Qué sería más correcto decir, cuando nos referimos a un levantador de pesas, que tiene fuerza o que tiene energía? ¿Por qué?

En cierta forma, con la energía nos ocurre lo mismo que con la materia: no conocemos en última instancia su esencia, su naturaleza. Así, hemos de conformarnos con hablar de sus propiedades y manifestaciones, ya que no sabemos del todo definirla. Incluso la palabra “energía” es novedosa, fue introducida en el lenguaje científico por John

Rankine (1820-1872) en 1855. Antes se le llamaba fuerza aunque no coincidiese exactamente con el mismo término que hoy entendemos por la primera.

Actividad 3.2. La metáfora de Daniel “el travieso”

Como ya hemos estudiado, la causa de los cambios o transformaciones son las interacciones, la energía se pone de manifiesto, precisamente, como consecuencia de estas. Decimos entonces que un sistema sufre una transformación cuando cambia en relación a su estado inicial. Aunque no se trate de la definición que se suele encontrar de energía, podemos adoptar la siguiente:

La energía es aquel agente físico que permite a los sistemas producir o experimentar cambios o transformaciones. Su unidad, en el S.I., es el julio (J).

3. ¿Entiendes bien esta definición de energía?
4. Busca la definición de energía en algún libro de Física y texto de E. Primaria y compárala con la anterior. En cualquier caso, sé crítico con ambas.
5. Asumida esta definición, pon tres ejemplos de cuerpos que tengan energía, y otros tres que no la tengan.

La energía es única, pero solemos adjetivarla para indicar el efecto que la produce o por el cual se pone de manifiesto. Por eso se suele hablar de manifestaciones de la energía, mejor que de formas⁹ de energía como muchas veces se dice. Existen dos grandes manifestaciones de la energía: energía cinética y energía potencial.

- La **energía cinética** es la energía que poseen los cuerpos como consecuencia de su movimiento. Si un cuerpo tiene una masa m y se mueve con una velocidad v , su energía cinética viene dada por

$$E_C = \frac{1}{2}mv^2$$

- La **energía potencial** es aquella energía que poseen los cuerpos como consecuencia de muy diferentes consideraciones o circunstancias, ajenas al movimiento, y por las cuales los sistemas pueden experimentar cambios o transformaciones: por su posición en un campo gravitatorio, por su elasticidad, por su masa, por su composición química, etc. Veamos algunas

⁹ Nótese que no se dice “formas” de energía como muy frecuentemente aparece en diferentes contextos. El uso de la expresión “formas de energía” no representa una utilización muy ortodoxa del término puesto que la energía representa una abstracción, no presentaría forma alguna aunque sí se manifiesta en los cuerpos que la poseen. Podemos utilizar una analogía para entender mejor lo que estamos diciendo. Al igual que no distinguimos el agua de un pantano, de la de un río o de la del grifo para entender lo que esta químicamente representa, no tiene sentido distinguir la energía mediante la expresión “formas de energía” por la misma razón que no utilizamos el término “formas de agua”.

manifestaciones de la energía potencial que, como acabamos de presentar, abarca un amplio grupo:

- **Energía potencial gravitatoria.** Es aquella energía que tiene un cuerpo como consecuencia de estar sometido a la influencia de un campo gravitatorio. Si un cuerpo se encuentra a una determinada altura h de un plano de referencia, u origen de potenciales, su energía potencial gravitatoria, en una primera aproximación, viene dada como:

$$E_p = mgh.$$

- **Energía potencial elástica.** Representa la energía que posee un cuerpo como consecuencia de una deformación elástica. Si se trata de un muelle con una constante elástica k , que se ha comprimido una distancia x de su posición "normal" o de equilibrio, su energía potencial elástica es:

$$E_p = \frac{1}{2} K x^2.$$

- **Energía de la masa.** Todos los cuerpos por el mero hecho de tener masa poseen una energía potencial que se expresa como $E = m c^2$. En esta expresión relativista de la energía "m" representa la masa y "c" la velocidad de la luz en el vacío.
- **Energía metabólica.** La energía metabólica es la energía que utilizan los seres vivos procedente de la metabolización de los nutrientes que incorporan los alimentos. Dicha energía es almacenada, en primera instancia, en una molécula denominada ATP (Adenosin Tri Fosfato). Las células posteriormente emplean dicha energía para realizar las diferentes funciones que permiten al organismo trasladarse, elaborar nuevas estructuras, mantener su temperatura constante, etc.

También se habla de **energía mecánica** como la suma de la energía cinética y potencial gravitatoria que tenga un cuerpo. Matemáticamente, $E_M = E_C + E_P$.

6. En tus ejemplos de la actividad 5, ¿qué clases de manifestaciones de la energía puedes identificar?

3.1.2. Transferencias de energía

7. Construye dos frases que contengan la palabra "calor", y otras dos que contengan la palabra "trabajo".

Pese a que los cambios que pueden producirse en los sistemas son muy variados, el modo en que los sistemas intercambian energía se produce de tres formas:

- ✓ **Mediante calor.** El intercambio de energía por medio de calor se produce cuando dos sistemas, o un sistema y el medio, no se encuentran en equilibrio térmico, esto es, se encuentran a diferente temperatura. La energía pasa del sistema que se encuentre a más alta temperatura al de más baja. Dos sistemas a igual temperatura se encuentran en *equilibrio térmico* y entonces no intercambian calor. Desde el punto de vista de nuestras sensaciones, decimos que tenemos “frío” cuando perdemos energía y “calor” en caso contrario.
- ✓ **Mediante trabajo.** Este intercambio es de tipo mecánico, es decir, se produce cuando las fuerzas actúan sobre los cuerpos y los desplazan, deforman o modifican de algún modo su movimiento. Es el tipo de intercambio energético que se produce en las máquinas, como un coche, una grúa, una lavadora.
- ✓ **Mediante radiación.** La radiación o energía radiante se produce en procesos diferentes a los dos anteriores y puede darse como consecuencia del movimiento de cargas, de la transición de los electrones en los niveles atómicos, por el mero hecho de encontrarse un cuerpo a una determinada temperatura, etc. Ocurre, por ejemplo, en una televisión encendida, cuando llamamos por el móvil, etc.

8. Reflexiona un momento sobre tu persona. ¿qué transferencias de energía se están produciendo entre tu cuerpo y tu entorno? ¿Mediante calor, mediante trabajo y/o por radiación?
9. En las frases de la actividad 7, ¿has utilizado correctamente los términos “calor” y “trabajo”, según acabamos de definirlos? En caso negativo, reescríbelos correctamente.

Si nos referimos ahora al **calor** y al **trabajo**, podemos decir que son dos maneras diferentes por las cuales se transfiere la energía y, por tanto, son dos **procesos**. Esto quiere decir que:

1. Es incorrecto referirnos a ellos como formas de energía pues representan el proceso por el cual se transfiere la energía.
2. Tanto el calor como el trabajo no lo poseen los sistemas, es decir, ningún cuerpo tiene calor ni tiene trabajo¹⁰.

3.1.3. El Principio de conservación de la energía

No hay ninguna teoría científica actual de la que pueda deducirse que la energía deba conservarse, pero de todos los millones de experiencias en los que se han realizado rigurosas medidas de intercambios energéticos puede deducirse que:

¹⁰ Llama la atención cómo nunca mencionamos el trabajo que tiene un cuerpo sino más bien el trabajo que desarrolla un cuerpo y, por el contrario, sí mencionamos asiduamente el calor que tiene un cuerpo o que el calor entre o salga de los cuerpos. Ambos términos representan procesos y, por ello, los cuerpos nunca los poseen.

La energía, aunque puede transferirse de unos sistemas a otros, o entre las partes de un mismo sistema, siempre se conserva.

Esto es un hecho universalmente constatado, nunca ha sido violado, y es por ello por lo que eleva a la categoría de **Principio**.

10. La elección de un buen ejemplo es un potente facilitador del aprendizaje. En ocasiones, podemos “bordar” una (mala) explicación con un buen ejemplo final. Piensa en dos ejemplos que podrías utilizar en el aula al explicar el principio de conservación de la energía.

3.1.4. La degradación de la energía

Para poder explicar todo lo que ocurre en el Universo no es suficiente con disponer sólo del Principio de conservación de la energía. Es necesario introducir otro principio más, cuyo tratamiento se escapa de nuestros propósitos para esta asignatura, y que estaría, en cierta forma, relacionado con lo que se viene denominando la **degradación de la energía**.

En todo proceso de intercambio de energía siempre hay una parte de la misma que no la podemos volver a emplear para seguir haciendo sucesivas transformaciones, aún conservándose su cantidad antes y después del proceso. Una transformación *reversible* sería la que transcurriría en sentido inverso a una dada, para volver así a su estado inicial. Por ejemplo, si encendemos una cerilla, ésta libera al medio una cantidad de energía como calor procedente de la reacción química de combustión del fósforo que tiene. Pues bien, si quisiésemos recomponer la cerilla y volverla a su estado inicial, no nos bastaría con recoger toda la energía “disponible” que nos ha quedado de la combustión, pues parte de ella no la podríamos aprovechar de nuevo, y tendríamos que incorporar más energía para conseguir ese resultado. En cierta forma, la energía va perdiendo, en las sucesivas transformaciones que pueda experimentar, su capacidad para realizar de nuevo trabajo u otra transformación. Se habla entonces de:

Degradación de la energía cuando, al utilizar la misma, pasa de una forma más útil o aprovechable a otra que lo es menos.

Es decir, pierde su “utilidad potencial” para realizar de nuevo cualquier cambio o transformación, aun existiendo la misma cantidad antes y después del proceso, pues nunca desaparece. Por ello, todos los procesos en la Naturaleza, y por extensión en el Universo, son *irreversibles*.

La energía eléctrica, por ejemplo, la podemos utilizar en una gran variedad de procesos, aprovechándola en su casi totalidad, y con muy pocas “pérdidas” como calor. En cambio, en los procesos de combustión utilizados para desarrollar trabajo esas pérdidas son mucho mayores. De ahí que digamos que la energía eléctrica es mucho más **eficiente** (cuando, por ejemplo, se utiliza en un motor eléctrico) que la

energía que proporciona la combustión de la gasolina (cuando se utiliza en un motor de explosión). Por ello, en muchos sitios se habla de la “calidad” de la energía, aunque quizá no sea el término más acertado. En definitiva, la energía nunca se destruye sino que se “degrada”, parte deja de ser útil para el hombre, y, por eso, en el lenguaje cotidiano se habla equívocamente de "consumo" o “pérdida” de energía.

11. En los dos ejemplos que pensaste en la actividad 10, ¿aparecía por algún sitio la degradación de la energía? En caso negativo, modifícalos para que aparezca.

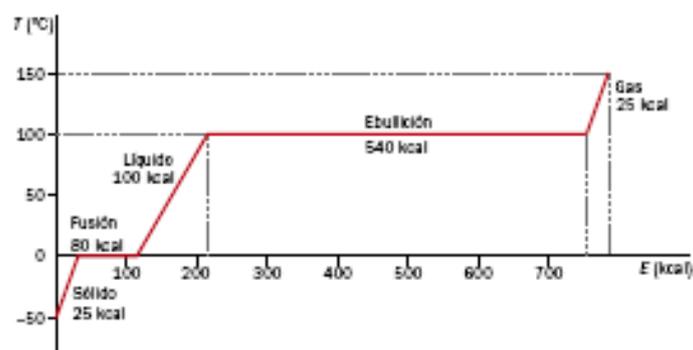
3.1.5. Efectos del calor sobre los cuerpos

12. ¿Por qué los cambios de estado son fenómenos físicos?

13. Recuerda cómo se explican con la Teoría Cinética, estudiada en el tema anterior.

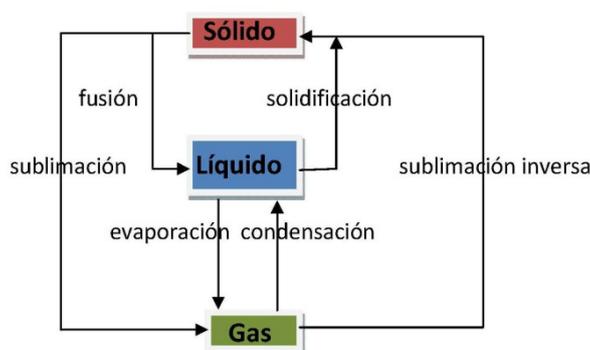
Dependiendo de la temperatura, la materia que nos rodea puede encontrarse en tres estados: sólido, líquido o gaseoso. Existe también un cuarto estado denominado plasma cuando la materia se encuentra a unas temperaturas muy altas, tales que las fuerzas de enlace entre los átomos se rompen. Cuando un sistema intercambia calor puede ocurrir que llegue un momento que el sistema alcance lo que se denomina la temperatura de cambio de estado. Es decir, en ese instante el cuerpo o sistema cambia de estado y permanece constante su temperatura mientras no se modifiquen las condiciones bajo las cuales este transcurre, aun habiendo intercambio de calor con el sistema.

Por ejemplo, si a nivel del mar proporcionamos energía, por medio de calor, a un trozo de hielo que se encuentra a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, aumentará su temperatura hasta que se alcancen los $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, momento en el que comenzará a fundirse. Mientras se produce el cambio de estado, la energía suministrada se invierte en producir este cambio (en romper los enlaces de las moléculas de agua), permaneciendo la temperatura constante. Cuando todo sea agua líquida, comenzará a aumentar de nuevo la temperatura, hasta alcanzar los $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, temperatura a la que el agua comienza a hervir (ebullición). Mientras se produce el cambio de estado, la temperatura permanece a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Una vez que el agua haya pasado toda a vapor, si seguimos suministrando energía aumentará la temperatura del vapor. Si representamos todo esto en una gráfica obtenemos la de la derecha.



Cuando se trabajan las transferencias de energía en forma de calor se suele utilizar como unidad la caloría (cal). La equivalencia con el julio es: $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$, y viceversa, $1 \text{ J} = 0,24 \text{ cal}$.

En el siguiente cuadro presentamos la nomenclatura que reciben los diferentes cambios de estado.



14. En la experiencia descrita, ¿qué cambiaría si no estuviésemos a nivel del mar?
15. Observa cómo en una gráfica, como la anterior de calentamiento, podemos representar todo el discurso que la precede. Pon etiquetas en la propia gráfica con la información que nos proporciona. ¿Entiendes la importancia y utilidad de las gráficas como lenguaje científico?
16. Explica qué ocurre si, partiendo de vapor de agua a $130 \text{ }^\circ\text{C}$, vamos disminuyendo su temperatura hasta alcanzar los $-10 \text{ }^\circ\text{C}$.
17. Representa en una gráfica (de enfriamiento) el proceso de la actividad anterior.

3.1.6. Propagación del calor

El calor puede propagarse de tres formas distintas:

- Por **conducción**. Es la forma más habitual de propagación del calor en los sólidos. Si calientas el extremo de una barra metálica, sus partículas vibran con mayor amplitud; esto se transmite a través de todas las partículas, hasta alcanzar a todo el sólido. Se produce en el interior un flujo y redistribución de la energía, sin transporte de materia, ya que las partículas en los sólidos vibran sin cambiar de posición media.
- Por **convección**. En los fluidos, el calor se propaga, sobre todo, por convección, proceso que consiste en la distribución del calor mediante corrientes de fluido de diferentes temperaturas y densidades. Los cuerpos se dilatan al calentarse y, así, disminuye su densidad. Por ejemplo, el aire caliente “flota” sobre el aire frío por su menor densidad, produciéndose corrientes ascendentes de aire caliente (menos denso) y descendentes de aire frío (más denso). Esto explica, p. ej., que los buitres puedan ascender en verano sin apenas agitar las alas.
- Por **radiación**. A diferencia de las anteriores, la radiación no necesita ningún medio material para propagarse. Todos los cuerpos, por estar a una determinada temperatura, emiten radiación, tanto más energética cuanto

mayor sea la temperatura. Una de ellas es la radiación infrarroja (IR), que capta nuestra piel produciendo la sensación de calor. Otra, la visible, que perciben nuestros ojos. La mayor fuente de radiación es el Sol.

18. Busca algunos ejemplos de tu vida cotidiana en los que aparezcan estas formas de propagación del calor.
19. Si tenemos dos tazas de café, a la misma temperatura, pero en una de ellas dejamos la cucharilla dentro, ¿cuál se enfriará antes? Argumenta tu respuesta con el mayor rigor posible.

3.1.7. Fuentes de energía

20. ¿Para qué necesitamos la energía?
21. ¿Crees que consumimos más de la que necesitamos? En caso afirmativo, ¿cómo podríamos evitarlo?
22. Elabora una lista con las energías renovables que conozcas, y otra con las no renovables.
23. El resto de este epígrafe no es más que una lectura fácil sobre las fuentes de energía y su problemática. Léelo con tranquilidad y reflexiona sobre estas cuestiones, que se someterán a debate.

En la Tierra, la principal fuente de energía es el Sol. Todo el carbón y el petróleo que hay en ella no son otra cosa que energía solar almacenada por antiguos seres vivos a lo largo de millones de años (combustibles fósiles). Aparte del Sol y sus efectos sobre el planeta, como son los vientos, y de los combustibles, solo contamos con la energía nuclear de fisión y las energías geotérmica y mareomotriz, estas últimas apenas utilizadas.

En los primeros tiempos de la revolución industrial la energía más ampliamente usada era la proveniente de la combustión del carbón mineral, la hulla. Posteriormente se perfeccionó la tecnología para extraer el petróleo, que llegó a ser más barato incluso que el carbón, por lo que en gran parte vino a sustituirlo. Las máquinas que lo necesitaban como combustible comenzaron a extenderse, como el motor de combustión interna, o de explosión, de los coches. En la actualidad el petróleo es el combustible de casi todos los transportes, trenes, camiones, aviones, etc.

Las **energías renovables** (ver tabla siguiente) son aquellas con las que cuenta la Tierra de una forma continua y sostenible en el tiempo, serían por tanto inagotables (a escala humana), y por ello podríamos decir que se regeneran más deprisa de lo que se consumen. Cuando no ocurre así hablamos entonces de **energías no renovables**. La utilización de las fuentes de energía renovables se hace imprescindible si queremos alcanzar un desarrollo sostenible.

Energías renovables	Energías no renovables
Hidráulica Eólica Solar Biomasa Mareomotriz Olamotriz Geotérmica	Carbón Petróleo Gas natural Nuclear

Las energías no renovables, presentes en cantidades limitadas, acabarán por agotarse o por ser muy escasas y, lo que parece también casi seguro, es que la actual generación de estudiantes, en la que tú te encuentras, verá extinguirse el petróleo a lo largo de su vida. Por tanto, en el tiempo de una generación, habrá que sustituir este recurso, que hoy parece imprescindible, por otros.

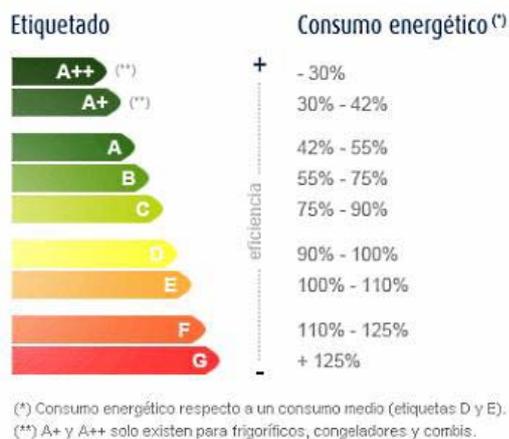
Las energías renovables, como la solar o la eólica, presentan serios problemas para su uso generalizado, y es que no las tenemos cuando las necesitamos sino de forma esporádica, cuando sopla el viento o en un día bien soleado, aunque también generen energía cuando la radiación es mucho menor como ocurre en los días nublados. Es preciso idear procedimientos que nos permitan “almacenar” la energía en grandes cantidades para poderla utilizar cuando la necesitemos.

Una solución para las centrales fototérmicas consiste en almacenarla en grandes depósitos de sales fundidas, con el fin de poderla utilizar en ausencia de sol. Pero las células fotovoltaicas y los aerogeneradores producen electricidad directamente, y la electricidad no puede almacenarse en grandes cantidades. Otra forma de almacenar la energía eléctrica es en forma química, fabricando sustancias que luego puedan devolvernos la energía eléctrica cuando la necesitemos. Un ejemplo es la obtención de hidrógeno a partir del agua, que después se utilizaría en las *pilas de combustible*.

En este periodo de transición, en el que las energías escasearán y se encarecerán continuamente y la contaminación seguirá incrementándose, se impone una conducta de ahorro energético. Tendremos que ir cambiando nuestros hábitos para no desperdiciar energía como ahora lo hacemos. Se presentan algunas ideas en la tabla siguiente:

Algunas ideas útiles para el ahorro de energía y el consumo responsable	
Utilizar bombillas, cuando menos, de bajo consumo y de las más ahorradoras como son las de leds	Una bombilla de leds de unos 4 W y otra de bajo consumo de 11 W iluminan igual que una de filamento de 60 W
Comprar electrodomésticos de alta eficiencia, de clase A, A+, A++, etc. (Ver gráfica inferior)	Los de clase E, F o G, de mucha menor eficiencia, hacen el mismo trabajo pero gastando mucha más energía
Desconectar los aparatos eléctricos	Algunos en “stand-by” pueden consumir el 15% de la energía que cuando funcionan

Algunas ideas útiles para el ahorro de energía y el consumo responsable	
Moderar las temperaturas del aire acondicionado y de la calefacción	Un solo grado centígrado de diferencia de temperatura produce ahorros importantes en el gasto y, por consiguiente, en las emisiones de CO ₂
Utilizar los transportes públicos, la bicicleta o caminar	Los coches contaminan mucho, gastan derivados del petróleo y los atascos aumentan nuestro estrés.
Comprar coches pequeños y ecológicos procurando que sean utilizados por más de una persona	La moda de ir con un todoterreno de casa a la oficina es absurda
En la cocina usar la olla exprés y el microondas antes que el horno eléctrico	El horno es el electrodoméstico más derrochador de energía.



- 24. ¿Se te ocurre alguna medida más para no desperdiciar energía?
- 25. Busca información sobre las ventajas e inconvenientes de las pilas de combustible.

Actividad 3.3. Fuentes de energía y agotamiento de recursos
Actividad 3.4. Energía y contaminación

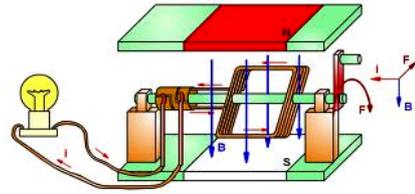
3.1.8. La producción de energía eléctrica (CONCIVI: Fuentes de energía)

Las ventajas de la energía eléctrica sobre otros tipos de energía son:

- ✓ Es una energía de más "calidad", pues en la práctica permite realizar más transformaciones y con un mayor rendimiento.
- ✓ Es la más cómoda de utilizar, además de ser la más limpia cuando no se obtiene de centrales térmicas.
- ✓ Es la más fácil de transportar a grandes distancias.

Por eso, la sociedad moderna prefiere disponer de energía de tipo eléctrico y, para ello, transforma otros tipos de energía en energía eléctrica.

El generador eléctrico de mayor importancia industrial es el **alternador**, que se utiliza en las grandes turbinas de las centrales eléctricas para producir corriente alterna. En la **dinamo** de nuestras bicicletas tenemos un ejemplo de generador a escala reducida de corriente eléctrica continua para producir luz (ver figura). Se basa en el fenómeno descubierto por Faraday de producirse corriente en una espira (hilo metálico circular) cuando se mueve un imán (campo magnético) a su través o en su proximidad, o viceversa. La dinamo está constituida por un arrollamiento de hilo de cobre, el rotor, que al girar cerca de un imán produce corriente eléctrica continua.



25. En el enlace <http://www.youtube.com/watch?v=yDP1ihcl9ts> puedes encontrar un video para aclarar el funcionamiento del alternador.

En una central eléctrica el problema es buscar una fuente de energía que haga girar al voluminoso y pesado rotor del alternador de la turbina, que permite la generación de corriente eléctrica. Y según cómo se haga, las centrales eléctricas pueden ser:

- ✓ Hidráulicas. Se utiliza la energía potencial del agua en una presa o pantano.
- ✓ Térmicas. Se utiliza la energía interna de un combustible.
- ✓ Nucleares. Se utiliza la energía liberada por la fisión nuclear. En un futuro más o menos próximo, que dependerá de las inversiones y de las apuestas económico-políticas que se hagan para ello, serán de fusión nuclear, de mayor potencia y no contaminantes (la materia prima es el hidrógeno).

En las primeras, lo que hace girar la turbina (conectada con el alternador) es la corriente de agua que la circula y que sale al abrir las compuertas de la presa. En las dos últimas, es el vapor de agua a presión, producido por el calentamiento de grandes cantidades de agua en los generadores de vapor, el que hace girar una turbina conectada al alternador,

26. En el enlace <http://www.unesa.net/unesa/unesa/intro/intro.html> dispones de mucha información sobre energía eléctrica. En particular, si entras en “*Todo sobre la electricidad*” → “*Para saber e investigar*” → “*Esquemas*” encontrarás interactivos con los que entenderás rápidamente el funcionamiento de las centrales eléctricas. En esta ocasión, una imagen (en movimiento) vale más que mil palabras.

27. Después de consultar el interactivo “Fuentes de energía” de la Web CONCIVI (<http://www.concivi.didacticacienciasugr.es/>), elabora un pequeño informe con las ventajas e inconvenientes de los tipos de centrales eléctricas.

Para transportar la energía eléctrica desde la central hasta nuestras casas se eleva su voltaje hasta unos 400 000 V, e incluso más, para disminuir las pérdidas por calor que se generan. Se hace por cables de aluminio (metal muy ligero y más barato que el cobre)

constituyendo las **líneas de alta tensión**. El voltaje se va reduciendo mediante transformadores hasta llegar a los 220-240 V domésticos.

28. Acaba de aparecer en el texto la palabra “*voltaje*”. Es una magnitud física que en el S.I. se mide en “*voltios*” (V). Seguro que son términos que te resultan conocidos, pero ¿sabrías definirlos? En el caso de que no, infórmate antes de seguir.

También puede obtenerse energía eléctrica a nivel doméstico, aunque a escala mucho más reducida, con las pilas y las células fotovoltaicas. En la actualidad se están construyendo grandes centrales fotovoltaicas que sí producen elevadas potencias, de centenas de megawatios, como para abastecer a poblaciones de algo más de medio millón de habitantes.

- ✓ En las **pilas** se produce energía eléctrica a partir de su energía interna. La energía interna de una pila es de tipo químico y prueba de ello es que las sustancias que inicialmente componen la pila se transforman a medida que la pila funciona.
- ✓ En las **células fotovoltaicas** (o placas solares, formadas por una lámina de silicio), tan usuales hoy día en los tejados de las viviendas, paneles de satélites artificiales, etc., se produce energía eléctrica a partir de energía radiante del Sol.

Pilas y células producen corriente continua a un voltaje muy moderado (<10 V). También existen las **baterías** que todos conocemos, como las de un móvil, de una cámara de fotos o las mal llamadas “pilas recargables”, que pueden recargarse una vez que agotan su carga.

29. Actualmente existen pilas y baterías de varios tamaños y formas. ¿Tienen en todos los casos el mismo voltaje?

3.1.9. ¿Cómo utilizamos la energía eléctrica?

En la actualidad, en los países desarrollados, muchas de nuestras actividades necesitan energía eléctrica. Dependemos de ella para la mayor parte de las actividades que realizamos. De hecho, salvo para mover el motor del automóvil, usamos la energía eléctrica casi para todo.

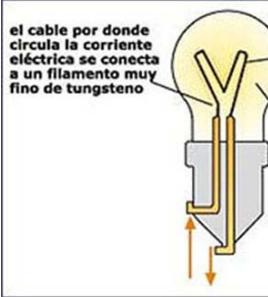
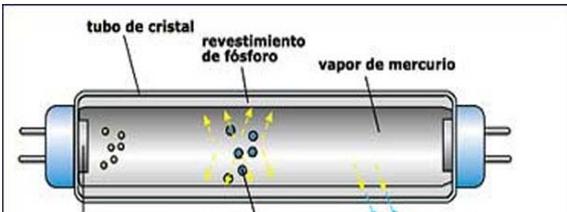
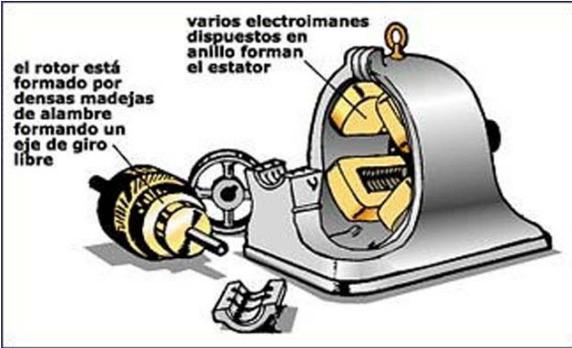
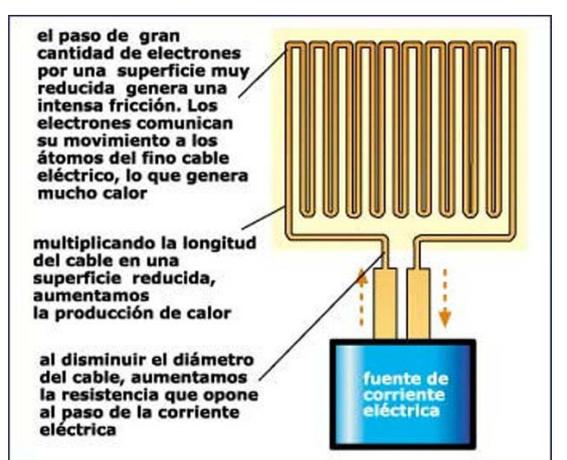
Piensa un poco sobre ello.

30. Enumera los usos que haces de la energía eléctrica en un día cualquiera de tu vida cotidiana.

31. ¿Crees que se podría vivir sin energía eléctrica?

Pero antes de poder utilizarla hemos de transformarla al “tipo” de energía que necesitemos en cada momento. De esto se encargan los aparatos electrodomésticos. Observa, en las siguientes imágenes, el funcionamiento de algunos.

Algunas transformaciones de la energía eléctrica en nuestros domicilios

<p>En iluminación, con bombillas.</p>  <p>el cable por donde circula la corriente eléctrica se conecta a un filamento muy fino de tungsteno</p> <p>la resistencia eléctrica del filamento es tan grande que pronto se calienta hasta el punto de incandescencia, y entonces empieza a emitir luz</p> <p>el bulbo está lleno de un gas inerte no reactivo, como el argón. Si el filamento se quemara en contacto con el oxígeno del aire, sólo duraría unos pocos minutos</p>	<p>Iluminación con tubos fluorescentes</p>  <p>tubo de cristal</p> <p>revestimiento de fósforo</p> <p>vapor de mercurio</p> <p>los electrodos de los extremos del tubo emiten electrones</p> <p>el flujo de electrones de la corriente excita los átomos del gas, que emiten luz ultravioleta</p> <p>la luz ultravioleta colisiona con el revestimiento de fósforo, que emite luz blanca</p>
<p>En energía mecánica, con motores eléctricos</p>  <p>el rotor está formado por densas madejas de alambre formando un eje de giro libre</p> <p>varios electroimanes dispuestos en anillo forman el estator</p> <p>El motor eléctrico funciona por el mismo principio físico que los generadores, la <i>inducción electromagnética</i></p>	<p>En calor, con calefactores</p>  <p>el paso de gran cantidad de electrones por una superficie muy reducida genera una intensa fricción. Los electrones comunican su movimiento a los átomos del fino cable eléctrico, lo que genera mucho calor</p> <p>multiplicando la longitud del cable en una superficie reducida, aumentamos la producción de calor</p> <p>al disminuir el diámetro del cable, aumentamos la resistencia que opone al paso de la corriente eléctrica</p> <p>fuentes de corriente eléctrica</p>

3.2. Circuitos eléctricos

3.2.1. Corriente eléctrica

Cuando los extremos de un hilo metálico se conectan a los polos de un generador, se produce un movimiento de cargas que constituye una **corriente eléctrica**.

Un generador eléctrico **no crea cargas eléctricas**, sino que suministra energía para que las cargas ya existentes en los conductores y en el propio generador se muevan en circuito cerrado.

Las cargas que se mueven son electrones. En efecto, el hilo conductor, al ser metálico, contiene electrones libres (la "nube electrónica"), que cuando se cierra el circuito se mueven del polo negativo al polo positivo por fuera del generador. Si bien es cierto que las cargas eléctricas, los electrones, se mueven por un circuito desde el polo (-) al polo (+), siempre se ha adoptado que la corriente eléctrica circule del polo (+) al polo (-) por fuera del generador.

Las pilas y las baterías o **acumuladores** producen **corriente continua**. La corriente va siempre en el mismo sentido. En cambio, la corriente de nuestras casas es **corriente alterna**, producida en las centrales eléctricas. La corriente no circula en un mismo sentido sino que lo cambia un gran número de veces por segundo. Los polos de un enchufe doméstico están cambiando su polaridad con una frecuencia de 50 Hz (1 hertzio = 1 ciclo/s).

32. Dibuja un esquema de un hilo conductor conectado a una pila e indica el sentido del movimiento de los electrones y el sentido de la corriente eléctrica ¿Qué diferencia hay entre una pila corriente y una batería?

3.2.2. Conceptos básicos

- ✓ La **diferencia de potencial** (ddp) o **voltaje** entre dos puntos de un circuito es la diferencia de energía que tiene una carga unidad entre esos dos puntos. Su unidad en el S.I. es el **voltio** (V).
- ✓ La **intensidad de corriente** es la cantidad de carga que atraviesa una sección del conductor por unidad de tiempo, es decir, $I = q/t$. Su unidad en el S.I. es el amperio (A).
- ✓ **LEY DE OHM**. La intensidad de corriente que circula por un conductor metálico es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicada entre sus extremos. Matemáticamente, $I = V/R$.
- ✓ **Resistencia**. La R de la Ley de Ohm es la resistencia del conductor. Su unidad en el S.I. es el ohmio (Ω). La resistencia que tiene un conductor depende de:
 - Su longitud. A mayor longitud, mayor resistencia.
 - Su grosor. Los conductores más gruesos ofrecen menos resistencia.
 - El material del que está hecho. Los metales poseen muy poca resistencia, los aislantes (plásticos, madera...) mucha.

Matemáticamente, la anterior dependencia funcional se suele expresar como:

$$R = \rho \frac{L}{S},$$

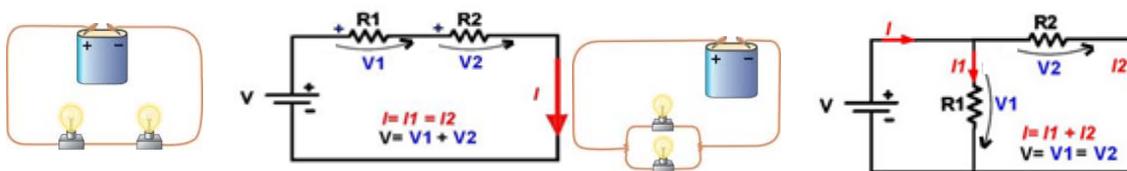
donde ρ es la resistividad eléctrica (que depende del material), "L" la longitud y "S" la sección transversal.

33. Practica un poco las matemáticas. Si conectamos a una pila de 4,5 V una resistencia de 30 Ω , ¿cuál será la intensidad de corriente que circule por esta?

Recordemos que los elementos de un circuito, por ejemplo bombillas, podemos conectarlos:

- ✓ **En serie**, donde se cumple que $I_1 = I_2 = I$ (la misma intensidad pasa por todos los elementos) y $V = V_1 + V_2$ (figuras izquierda).

- ✓ **En paralelo**, donde se cumple que $V_1 = V_2 = V$ (el mismo voltaje para todos los elementos) y $I = I_1 + I_2$ (figuras derecha).



Actividad 3.5. La electricidad en nuestra vivienda

3.3. Luz y sonido

3.3.1. La luz y el sonido como transferencias de energía en forma de ondas

Una onda es la propagación por un determinado medio de una perturbación producida en un punto cualquiera del mismo, al que llamamos foco, *con transporte de energía pero sin transporte de materia*.

Las ondas pueden ser **mecánicas** (olas, sonido) cuando la perturbación se produce en un medio material cuyas partículas comienzan a vibrar, siendo la energía de la vibración la que se propaga de unas a otras de forma ordenada, debido a la elasticidad de los enlaces que las unen. Es decir, las partículas podrán vibrar o desplazarse en torno a su posición de equilibrio pero nunca propagarse por el medio siempre en el mismo sentido.

Si la perturbación es de naturaleza electromagnética, es decir, mediante fluctuaciones de campos eléctricos y magnéticos, las ondas reciben el nombre de **ondas electromagnéticas** (luz, rayos X) y, en este caso, aparte de transmitirse por medios materiales también lo pueden hacer por el vacío.

También hablamos de ondas **transversales**, si la dirección de vibración de las partículas es perpendicular a la de propagación de la onda, y de **longitudinales**, si estas direcciones son paralelas. Todas las ondas electromagnéticas son transversales mientras que las ondas sonoras son longitudinales.

34. ¿Qué material llevarías a clase para reproducir ondas de todos los tipos anteriores?

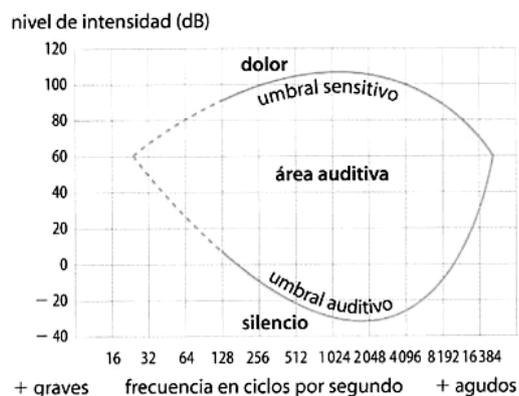
El **sonido** es uno de los movimientos ondulatorios más familiares para nosotros. Desde la antigüedad se sabe que su origen está en la vibración de los cuerpos que se transmite en el seno de algún medio material. En la actualidad, su estudio ha alcanzado un extraordinario grado de desarrollo, con aplicaciones técnicas que han revolucionado nuestra sociedad (instrumentos musicales, sistemas de reproducción, auditorios, etc.).

En un lenguaje científico, se trata de una **onda mecánica y longitudinal**, producida por una variación de presión en una zona del medio, que se transmite a los puntos adyacentes, y que queda caracterizada por tres cualidades:

- ✓ La **intensidad sonora**, que coloquialmente llamamos volumen, la medimos en decibelios, y está relacionada con la energía que se propaga por el medio.
- ✓ El **tono**, que depende de la frecuencia (sonidos graves, frecuencias bajas, y sonidos agudos, frecuencias altas).
- ✓ El **timbre**, que nos permite diferenciar dos sonidos, de la misma intensidad y tono, producidos por diferentes fuentes (p. ej., una misma nota musical producida por dos instrumentos diferentes).

La velocidad de propagación del sonido en el aire, y a la temperatura de 15⁰C, es de unos 340 m/s.

35. ¿Qué podrías llevar a clase para ejemplificar las cualidades del sonido?
 36. Comprueba si entiendes las gráficas. Comenta todo lo que se te ocurra sobre la que te presentamos:



La **luz**, a lo largo de la historia, ha sido objeto de controversia entre los científicos, que finalmente han admitido su **doble naturaleza**. Cuando se propaga, se comporta como una onda, de carácter electromagnético, pero cuando interacciona con la materia se manifiesta su naturaleza corpuscular, que nos permite explicarla como un haz de partículas, que llamamos **fotones**. Se habla, pues, de la **dualidad onda-corpúsculo**.

En cuanto a su propagación, se trata una **onda electromagnética y transversal** que en el vacío se propaga a la máxima velocidad permitida, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

37. Busca “espectro electromagnético” en Wikipedia, y analiza la imagen que aparece a la derecha. ¿Te suenan todos los nombres que aparecen en ella?
 38. Si la frecuencia y la energía son proporcionales (a mayor frecuencia mayor energía), ¿cuáles piensas que son las radiaciones nocivas para los seres vivos? ¿Qué nos protege de ellas?

39. ¿Qué podrías llevar a clase para ejemplificar las cualidades de la luz?

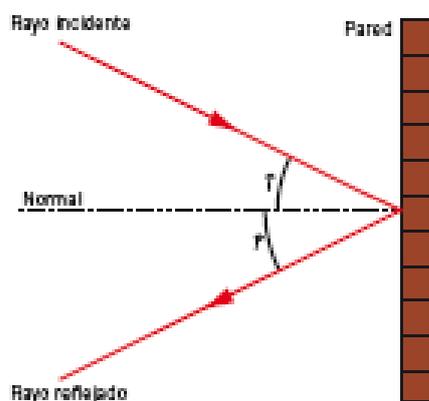
Cualquier onda, sea del tipo que sea, como venimos diciendo **transporta energía**. Por tanto, podemos utilizarlas para transmitir **información**, cambiando los valores de sus magnitudes (intensidad, frecuencia, etc.), y estableciendo un código de comunicación.

40. Diseña una experiencia en la que pongas de manifiesto la posibilidad de demostrar que las ondas transportan energía, y que esta se puede utilizar como código de comunicación.

41. Los siguientes tres epígrafes son un resumen de aspectos que ya has estudiado en muchas ocasiones: la reflexión y refracción de las ondas, y la interacción de la luz y el sonido con la materia. Léelos atentamente y diseña, para cada uno, una estrategia de actuación que te permita llevar estos contenidos a las aulas de Primaria.

3.3.2. Reflexión y refracción del sonido y la luz

La **reflexión** es uno de los fenómenos característicos de los movimientos ondulatorios y, por tanto, del sonido y la luz. Hemos de decir que la reflexión la pueden experimentar también los fenómenos que conllevan un desplazamiento de la materia como, por ejemplo, cuando choca contra la banda una bola de billar. En relación al sonido, se produce cuando una onda sonora, que se propaga por el aire, alcanza otro medio de distinta naturaleza como, por ejemplo, una pared. Entonces, la onda se refleja sobre ella como lo haría una pelota que siguiera el mismo camino. Igualmente le ocurre a la luz, en este caso se trata de ondas electromagnéticas, al propagarse por un determinado medio e incidir sobre otro de naturaleza distinta. Para estudiar la reflexión de las ondas nos centraremos en las ondas luminosas e introduciremos dos conceptos geométricos que nos ayudarán a entender mejor el fenómeno (véase la siguiente figura).



Normal. Es la línea perpendicular a la pared en el punto en que la alcanza la onda.

Rayo. Es la línea que indica la dirección y sentido de propagación de una onda luminosa cualquiera. Al rayo que llega a la pared se le denomina «rayo incidente», y al que se refleja en ella y sale alejándose, «rayo reflejado».

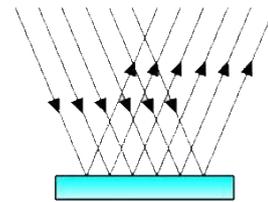
Si hicieras experiencias con luces podrías comprobar que se cumplen las dos leyes de la reflexión:

- ✓ Primera ley. El rayo incidente, la normal y el rayo reflejado están en el mismo plano.
- ✓ Segunda ley. El ángulo de incidencia y el de reflexión son iguales.

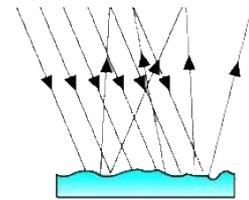
Exactamente le ocurre lo mismo al sonido, sólo que no hablamos de rayos sino de onda incidente y onda reflejada.

La luz, en particular, puede experimentar dos tipos distintos de reflexión: reflexión especular y reflexión difusa (imagen derecha):

- ✓ **Reflexión especular.** Cuando la luz se refleja sobre una superficie pulida y lisa, como la de un espejo, puede formar imágenes, de acuerdo con las leyes de la reflexión.
- ✓ **Reflexión difusa o difusión.** Cuando la superficie reflectora presenta irregularidades, los rayos de luz salen reflejados en todas direcciones. Salvo los espejos, los demás objetos presentan este tipo de reflexión difusa.

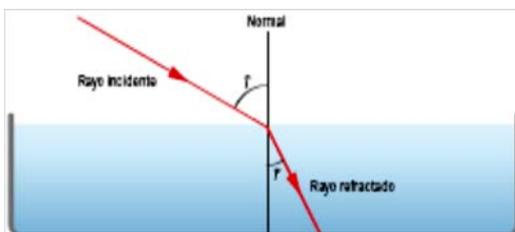


Reflexión especular



Reflexión difusa

La **refracción** es otro fenómeno que le puede ocurrir a las ondas. Habrás observado que cuando introducimos un lápiz en un vaso con agua se observa como si se hubiese partido. Del mismo modo, si pones una lupa a la luz del Sol, verás que la luz se puede concentrar en una pequeña superficie, lo que indica que los rayos cambian de dirección al pasar por aquella. Estos son fenómenos de **refracción**. La refracción de la luz (véase figura) consiste en el cambio de dirección que experimenta un rayo de luz al



pasar de un medio de propagación a otro. Se produce siempre que una onda (en particular, la luz o el sonido) pase de un medio a otro, cambiando la dirección de la propagación y su velocidad pero no su frecuencia.

3.3.3. Interacción del sonido con la materia

Nuestro oído puede diferenciar dos sonidos siempre que le lleguen separados por, al menos, 0,1 segundos (a ese tiempo lo llamamos tiempo de persistencia acústica de nuestro oído). Si gritas frente a la pared de un acantilado, y a una cierta distancia, podrás escuchar tu propia voz de vuelta al cabo de un tiempo por reflexión en la pared rocosa; se trata del **eco**.

Como el sonido viaja a unos 340 m/s en el aire; en 0,1 s recorrerá un espacio $e = v \cdot t = 340 \text{ m/s} \cdot 0,1 \text{ s} = 34 \text{ m}$. Esto quiere decir que, para distancias menores de unos 34 m, percibiremos el sonido reflejado en menos de una décima de segundo. Si gritamos frente a una pared situada a menos de 17 m de nosotros, la onda sonora recorrerá en el viaje de ida y vuelta menos de 34 m y, por tanto, tardará menos de 0,1 s. Entonces nuestro oído no podrá distinguir el sonido original del reflejado y se solaparán, a lo

sumo lo oír algo prolongado, y en esto caso hablamos de **reverberación** del sonido. Muchas veces las reverberaciones no son deseadas y hacen que una sala presente una mala acústica. Otras veces, por el contrario, la reverberación en determinados espacios como iglesias y conventos otorga al sonido de un “matiz” agradable y buscado, como ocurre en el caso del canto gregoriano.

3.3.4. Interacción de la luz con la materia

El color

Todos, salvo muy pocas personas que son acrómatas, percibimos el color. Pero, ¿cómo se explica la percepción del color? En primer lugar, diremos que las frecuencias de las ondas electromagnéticas que componen el espectro visible van desde los 400 nm hasta los 800 nm. Cada luz monocromática, de solo una longitud de onda, la percibimos con un color determinado (450 nm, azul; 550 nm, verde; 575 nm, amarillo; 700nm, rojo) y los denominamos colores espectrales puros. Salvo los colores espectrales puros, el resto de los colores que percibimos están compuestos por múltiples longitudes de onda que reflejan los cuerpos, cuerpos opacos, o que percibimos por transmisión de la luz, a su través, como ocurre con los cuerpos translúcidos. Es decir, si el cuerpo es opaco, y lo percibimos como verde, reflejará cromaticidades tanto azules, como amarillas, rojas, etc., entre las que predominarán las verdes, para darnos así la sensación global del color con que lo percibimos.

De los dos tipos de fotorreceptores que tenemos en la retina, conos y bastones, los responsables de la visión del color son los conos, que funcionan solo a altos niveles de iluminación; de ahí que seamos incapaces de ver los colores por la noche. El color es el atributo visual por antonomasia. Es decir, todas las percepciones que tenemos por medio del sentido de la vista, como son la posición, el tamaño, la textura, el movimiento, etc., pueden también ser percibidas, aunque con limitaciones, mediante alguno de los otros sentidos, excepto en lo que se refiere al color. El color es entonces aquella percepción visual que viene caracterizada por tres atributos psicológicos: **claridad, tono y saturación.**

- La **claridad** es el atributo por el cual percibimos los colores con mayor o menor luminosidad. Está relacionada con la intensidad de la luz que nos llega y hablamos de colores claros y oscuros.
- El **tono** es el atributo por el cual distinguimos los colores que denominamos como azules, verdes, amarillos, naranjas, rojos, etc. Hemos de decir también que existen infinidad de tonos verdes, azules, rojos, etc. No hay, por tanto, un sólo tono verde, azul, rojo, etc.
- La **saturación** es el atributo que estaría relacionado con la cantidad de blanco que tiene un determinado color. Podíamos imaginarnos este atributo si partimos de una lata de pintura roja. Si vamos echando a la misma cada vez

mayores cantidades de pintura blanca, lo que iremos haciendo es obtener un color del mismo tono inicial, rojo, con la misma claridad también, pero cada vez menos saturado. Los colores espectrales puros corresponden con los tonos de máxima saturación.

El blanco y el negro, cuando nos referimos a luces, no son estrictamente colores. El blanco está compuesto de una infinidad de gama de cromaticidades y el negro no es más que la ausencia de luz. Sí hablamos de colores blancos y negros, al igual que del resto de los colores, cuando nos referimos a colores sólidos en los objetos, pinturas, fotografías, etc. En este caso, los colores se consiguen mediante la mezcla adecuada de pigmentos y que, cuando son iluminados, nos dan esa determinada sensación de color.

El color, en definitiva, viene determinado por la naturaleza del objeto de que se trate y por la iluminación que se le aplique. Todos podemos comprobar cómo cambian los colores de nuestra ropa cuando cambiamos a recintos iluminados con luces que no son blancas.

La absorción de la luz

Vemos las plantas de color verde porque reflejan, mayoritariamente, las cromaticidades verdes, absorbiendo gran parte del resto de las frecuencias de la luz con que son iluminadas. En este caso, la luz reflejada por la planta llega al ojo y nos da la sensación visual global, correspondiente al tono verde característico de esa planta. Igual ocurre con la sensación de color que nos darían otros cuerpos que reflejen de esta forma la luz. De esta manera, cuando los cuerpos son iluminados con luz blanca podrán ser blancos, o negros, según reflejen, o absorban, completamente todas las longitudes de onda del espectro visible.

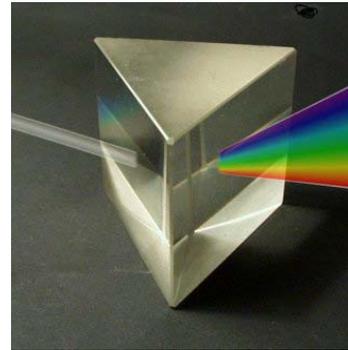
Cuando los cuerpos permiten el paso de la luz también nos pueden dar sensaciones visuales de color, pero de forma diferente. En este caso, cuando tenemos un papel de celofán rojo, gran parte de la luz que pasa por él, de tonalidades distintas a las rojas, son absorbidas, de manera que deja pasar mayoritariamente las correspondientes a las tonalidades con la que lo vemos. Ahora, los cuerpos que dejan pasar la luz, cuando son iluminados con luz blanca, podrán ser transparentes si dejan pasar completamente todas sus longitudes de onda, o negros si absorben por completo todas ellas.

La dispersión de la luz

Ya hemos visto que cuando la luz se refracta, al pasar de un medio a otro, el rayo refractado se desvía en su trayectoria. Pero esta desviación no es la misma para todas las frecuencias, es decir, para todos los «colores». Las ondas de frecuencias más altas (violetas, azules) se desvían más que las de frecuencias bajas (amarillos, rojos). Por esta razón, cuando la luz se refracta, también se separan las ondas de distintas frecuencias en sus correspondientes colores. A esto lo llamamos **dispersión** de la luz. El

arco iris es un buen ejemplo natural de este fenómeno, que se produce cuando la luz solar se descompone al atravesar las gotas de lluvia.

Fue Isaac Newton quien estudió por primera vez el fenómeno de la dispersión al atravesar la luz blanca un prisma (ver figura), comprobando así que la luz blanca estaba compuesta, en realidad, por todos los colores del espectro. Pensó que si la luz blanca se podía descomponer en los colores del arco iris, combinándolos del modo adecuado podría obtener el color blanco. Para demostrarlo, ideó un disco giratorio (disco de Newton) coloreado con los siete colores de referencia del espectro, y observó que, al hacerlo girar, los colores desaparecían, viéndose tan solo el color blanco.



42. Piensa en algunos ejemplos de fenómenos que hayas observado en tu vida cotidiana en los que se ponga de manifiesto la reflexión y la refracción de la luz y el sonido.
43. ¿Qué te parece más difícil trabajar en el aula, la reflexión o la refracción? ¿El sonido o la luz? ¿A qué crees que se debe?
44. Comenta el refrán ... *por la noche todos los gatos son pardos*.
45. En Youtube (<http://www.youtube.com/>) dispones de algunos enlaces a vídeos sobre el disco de Newton. Visítalos y comprueba lo que has leído en estas líneas.

Actividad 3.6. Artefactos caseros de electromagnetismo, luz y sonido



Tema 4

La Tierra en el Universo

Plan de trabajo autónomo

«La esencia de la vida, ¿no es organización y transformación continuas? Y esto, ¿no lo tienen todos los seres la Tierra y el Universo? Lo propiedad del vivir es, creemos; el hecho de más valor para la enseñanza de las ciencias naturales; es la hipótesis didáctica directriz... Todos los esfuerzos del maestro deben dirigirse a este fin»

Bargalló, 1923

Introducción

Lo que debes saber en relación con la Tierra en el espacio es, como mínimo, lo indicado en el bloque de contenidos “El entorno y su conservación” del Real Decreto 1513/2006. Te presentamos, como guía, este plan de trabajo. En este tema comenzaremos por el estudio del Universo hasta centrarnos posteriormente en los aspectos del planeta Tierra que más te pueden interesar como futuro maestro de Educación Primaria.

Una vez realizadas todas las actividades propuestas, has de ser capaz de (compruébalo):

1. Describir los principales modelos de universo que se han defendido a lo largo de la historia.
2. Reconocer las galaxias como el componente principal del universo, y las estrellas como el componente principal de las galaxias.
3. Enumerar los astros que forman el Sistema Solar.
4. Explicar las causas y la periodicidad del día y la noche, las estaciones, las mareas y las fases de la Luna.
5. Identificar las principales constelaciones del hemisferio norte.
6. Enumerar y describir brevemente las capas de la atmósfera terrestre.
7. Diferenciar los conceptos de “tiempo atmosférico” y “clima”.
8. Interpretar un mapa meteorológico (“del tiempo”).
9. Realizar medidas de las principales variables meteorológicas, interpretarlas, y representarlas gráficamente.
10. Interpretar y representar climogramas.
11. Reconocer la problemática global que nos presenta la contaminación atmosférica y describir algunas medidas que podemos adoptar para paliarla.

Actividad 4.1. Cuestionario de ideas previas

Antes de comenzar el tratamiento de este tema, vamos a proponerte que respondas el cuestionario de conocimientos previos que te entrega el profesor con el fin de poder ubicarnos, a nivel de clase, en el contexto del conocimiento que tengamos sobre algunos fenómenos relacionados con la Tierra en el universo.

4.1. El universo

4.1.1. ¿Qué podemos ver en el cielo?

1. Antes de seguir leyendo, responde a la pregunta del título (tómate tu tiempo).

Si observas el cielo con detenimiento verás que:

- ✓ En el cielo hay cuatro tipos de astros con apariencia y movimientos diferentes: el Sol, la Luna, los planetas y las estrellas. Todos aparecen más o menos por el este (el levante), cruzan el cielo y se ocultan más o menos por el oeste (el poniente).
- ✓ El día comienza cuando el Sol “sale” (amanece), y termina cuando “se pone” (anochece). Durante el día, la luz del Sol impide que se vean los demás astros (excepto, en ocasiones, la Luna).
- ✓ En verano, el Sol está mucho más alto que en invierno.
- ✓ La Luna tiene *fases* (luna llena, cuarto menguante, luna nueva y cuarto creciente). Además, se mueve mucho más lentamente que las estrellas.
- ✓ Los planetas tienen un comportamiento extraño, pues no sólo se mueven unos más rápido que otros, sino que unas veces parece que se desplazan "hacia atrás" y otras "adelantan" a las estrellas en su movimiento¹¹.
- ✓ Las estrellas no parecen moverse unas con respecto a otras, y todas describen círculos alrededor de la Estrella Polar.
- ✓ A veces se observan *estrellas fugaces* y, en menor medida, cometas.

2. De todo lo anterior, ¿hay algo que no hayas observado, o que no supieras?

4.1.2. La astronomía en la Grecia Clásica

Todas las civilizaciones han investigado los astros del cielo pero fue en la Grecia Clásica donde llegaron a elaborarse modelos astronómicos exentos de mitos y fantasías. Esta nueva forma de observar el cielo aparece porque algunos filósofos griegos siguieron el camino del razonamiento unido a la observación y la medida. Ejemplos notables fueron Anaxágoras, Aristarco, Eratóstenes, Aristóteles, Hiparco o Ptolomeo.

3. Busca información sobre las contribuciones de algunos de estos filósofos a la explicación del universo, y en qué época se hicieron.

En el siglo III a.C. Aristarco de Samos propuso un modelo planetario heliocéntrico. Se basó en medidas sencillas de la distancia entre la Tierra y el Sol con las que calculó para el Sol un tamaño mucho mayor que para la Tierra, razón que le llevó a pensar que era la Tierra, junto al resto de astros, la que giraba alrededor del Sol y no a la inversa. Esto contradecía la teoría geocéntrica comúnmente aceptada en esa época en la que la Tierra ocupaba el centro del universo. Esta teoría geocéntrica, acorde con la visión antropocéntrica imperante (que después asumió el Cristianismo), fue la que sobrevivió en los siglos siguientes.

En el siglo II, Ptolomeo, tomando como base las ideas de Hiparco y añadiendo las suyas y las de otros pesadores griegos que las completaban y enriquecían, propuso un **modelo**

¹¹ Esto realmente es una observación “de experto”, que requiere una observación sistemática y continuada.

geocéntrico que lograba explicar cuanto podía observarse en el cielo. El modelo se puede resumir en tres ideas principales:

- ✓ La Tierra es esférica y se encuentra inmóvil en el centro del universo.
- ✓ Las estrellas están fijadas en la superficie de una inmensa esfera muy lejana, que gira en torno a la Tierra. El universo termina allí.
- ✓ El Sol y la Luna giran en torno a la Tierra siguiendo trayectorias circunferenciales. Los planetas describen una circunferencia (llamada epiciclo) en torno a un punto que, a su vez, gira alrededor de la Tierra (epicentro).

4. ¿Con qué estás de acuerdo, y con qué no, del modelo de Ptolomeo?

4.1.3. El modelo heliocéntrico de Copérnico

Durante 14 siglos se utilizó el modelo de Ptolomeo para explicar el movimiento de los astros. Pero había ciertos fenómenos cuya explicación aparecía muy complicada y esto llevó a otros pensadores a intentar nuevas explicaciones. En el siglo XVI el astrónomo polaco Nicolás Copérnico retomó el **modelo heliocéntrico**, mucho más sencillo y que puede resumirse así:

- ✓ El Sol está inmóvil en el centro del sistema.
- ✓ La Tierra gira a su alrededor, y sobre sí misma.
- ✓ La Luna gira en torno a la Tierra.
- ✓ Los planetas giran en torno al Sol, como la Tierra.
- ✓ Las estrellas están fijadas en su esfera inmóvil.

En el prólogo del libro de Copérnico, conscientes del escándalo que el nuevo modelo levantaría, se puede leer que el modelo no pretendía afirmar que la Tierra no fuese el centro del universo, sino que era un simple modelo matemático para simplificar los cálculos. El libro, titulado *Sobre las revoluciones de los orbes celestes*, se publicó en 1543, días después de la muerte de Copérnico.

5. ¿Estás de acuerdo con todo lo que se establece en el modelo heliocéntrico?
6. Escribe las hipótesis del modelo geocéntrico y heliocéntrico en sendas columnas y analiza sus semejanzas y diferencias.
7. ¿Has oído alguna vez la frase “dar un giro copernicano”? ¿Sabrías interpretarla?

4.1.4. Galileo Galilei y su telescopio

Aunque el modelo heliocéntrico de Copérnico resultaba más fácil de utilizar para los cálculos astronómicos, esto no bastó para desbancar el modelo geocéntrico. Tuvo que pasar algún tiempo para que se comenzara a aceptar el heliocentrismo.

La aportación principal vino, en el primer cuarto del siglo XVII, de manos de Galileo Galilei (1564-1642), quien recogió indicios que apoyaban el esquema heliocéntrico. Así, enfocó

un telescopio de construcción propia hacia los astros del cielo y pudo comprobar fenómenos que contradecían la teoría geocéntrica y que requerían del heliocentrismo para ser explicados. En particular, descubrió cuatro satélites en torno a Júpiter (en su honor reciben el nombre de satélites galileanos), que la Luna no era una esfera perfecta (pues en su superficie existen montañas y valles) y que Venus presentaba fases (como la Luna).

8. ¿Por qué estos fenómenos no pueden explicarse con el modelo geocéntrico y sí con el heliocéntrico?

Este apoyo al heliocentrismo le costó caro. En 1616 la teoría copernicana es condenada como *"una insensatez, un absurdo en filosofía, y formalmente herética"*, y se pide a Galileo exponer su tesis presentándola como una hipótesis y no como un hecho comprobado.

En 1633, un año después de la publicación del "Diálogo de los dos Máximos Sistemas: Ptolomeico y Copernicano", la Inquisición lo lleva a juicio y le obliga a confesar la falsedad del heliocentrismo. La condena impuesta es de arresto domiciliario de por vida (en ese momento tenía 69 años). Galileo muere en su casa en 1642, y desde el arresto recibió varias visitas que aprovechó, en ocasiones, para que saliera a la luz otra más de sus grandes obras: los "Discursos sobre dos nuevas ciencias".

4.1.5. Johannes Kepler, Isaac Newton y Edwin Hubble

Antes de continuar debemos aclarar que las contribuciones al estudio del universo se han debido a multitud de personas que han dedicado su vida y sus esfuerzos a intentar explicar los fenómenos que en él se observan. No pretendemos incluirlas todas, sino destacar las aportaciones más importantes para que entiendas el modelo cosmológico actual. Partimos para ello de la aceptación del modelo heliocéntrico.

Comenzaremos con Johannes Kepler (1571-1630), quien, a partir de numerosos datos disponibles en su época, enunció tres leyes en relación con el movimiento de los planetas alrededor del Sol. Se conocen como Leyes de Kepler, y vienen a afirmar que:

- ✓ Los planetas no describen circunferencias alrededor del Sol, sino elipses.
- ✓ La velocidad con la que un planeta describe su órbita no es siempre la misma. Se mueve más rápido cuando está más cerca del Sol y viceversa.
- ✓ Cuanto más cerca esté un planeta del Sol, menos tarda en dar una vuelta completa (más corto es el "año" del planeta).

Como puedes observar, aunque el modelo sigue siendo heliocéntrico, las Leyes de Kepler introducen variaciones en relación a los modelos anteriores: las órbitas de los planetas no son circunferencias perfectas y su velocidad no es constante.

Partiendo de todos los datos e hipótesis recogidos hasta el momento, Isaac Newton (1642-1727) publica en 1687 sus “*Principios matemáticos de Filosofía Natural*” en los que, además de las tres leyes de la dinámica que ya has estudiado, formula la Ley de la Gravitación Universal. Según esta ley, dos cuerpos cualesquiera sienten una atracción llamada gravitatoria, y la fuerza con la que se atraen depende de sus masas (a mayor masa, más fuerza) y de la distancia a la que se encuentren (a mayor distancia, menos fuerza).

9. Busca la expresión matemática de esta ley y comprueba que es otra forma de escribir lo que acabamos de decir.
10. Dibuja dos cuerpos esféricos y representa mediante flechas las fuerzas de las que se habla en esta ley. ¿Reconoces la tercera ley de Newton, de acción y reacción?

Pero, aunque con grandes avances en su comprensión, el modelo de universo seguía siendo muy limitado, reduciéndose a nuestra galaxia. Fue Edwin Hubble (1889-1953) quien, atraído por el estudio de las nebulosas, en 1924 identificó estrellas en la Nebulosa de Andrómeda, por lo que no podía tratarse de una nebulosa sino de otra galaxia. En los años siguientes siguió identificando estrellas en más nebulosas dejando claro que “la galaxia” (la nuestra) era una entre toda una gran cantidad de ellas. Además, comprobó que prácticamente todas estas galaxias se están separando de la nuestra, tanto más rápido cuanto más lejanas fuesen, mostrando una imagen de universo en expansión. En pocos años se pasó de un universo constituido por nuestra galaxia a uno constituido por muchas de ellas, y en expansión en lugar de estático.

11. Con los modelos anteriores estaba más claro, pero con estos... ¿cuál es el centro del universo?

4.1.6. Un paréntesis. Diferencia entre masa y peso (CONCIVI: Masa y peso)

Ahora que conoces la Ley de la Gravitación Universal de Newton puedes entender la diferencia entre “masa” y “peso”, dos magnitudes que se confunden con frecuencia.

La masa, como ya has estudiado, está relacionada con la cantidad de materia que tiene un cuerpo y, en el S.I. su unidad de medida es el kilogramo (kg). El peso, sin embargo, es la fuerza con la que la Tierra (o cualquier otro astro) atrae a un cuerpo, y se puede calcular, a partir de la Ley de Newton, como el producto de la masa del mismo por la intensidad del campo gravitatorio. Matemáticamente, $P = m \cdot g$, con $g=9,8 \text{ N/kg}$ si estamos en la superficie terrestre. Al tratarse de una fuerza, en el S.I. se mide en newton (N).

12. Utilizando el interactivo “Masa y peso” de CONCIVI, comprueba tu peso en cada uno de los planetas del Sistema Solar.
13. Utilizando la expresión matemática de la Ley de la Gravitación Universal que buscaste en la actividad 13, calcula tu peso en la Tierra (busca los datos que necesites). ¿Obtienes lo mismo que con $P = m \cdot g$? Comenta estos resultados.

4.1.7. El modelo actual de universo

Albert Einstein (1879-1955), con su Teoría de la Relatividad (Especial y General) ha contribuido enormemente a la comprensión del universo. No obstante, dicha teoría es compleja y se aleja de los objetivos de la asignatura, por lo que nos centraremos más en aspectos observacionales.

Cada vez se han ido construyendo más y mejores telescopios que permiten escudriñar más a fondo el universo, pero todos los que se encuentran en la superficie terrestre reciben la luz de los astros después de atravesar la atmósfera, por lo que les llega muy distorsionada. En 1990 se puso en órbita el telescopio espacial Hubble (en honor a Edwin Hubble, figura inferior izquierda) y por primera vez se pudo observar el universo sin los inconvenientes que presenta la atmósfera de la Tierra. Se obtuvieron imágenes como la que te mostramos en la imagen inferior derecha.



Telescopio espacial Hubble



Campo Ultra Profundo del Hubble

Cada uno de los puntos de luz de la imagen anterior es una galaxia. Las hay de diferentes formas y edades. Las más antiguas tienen 13 000 millones de años. Existen miles de millones de ellas y, como se dijo antes, todas se alejan de todas, a mayor rapidez cuanto más lejanas se encuentren (universo en expansión).

Pero si todas se alejan de todas, si “movemos la película hacia atrás” llegará un momento en el que todas estaban juntas, en el mismo punto. Y si se están expandiendo es porque algo las expulsó hacia el exterior, como una gran explosión. A esta gran explosión, a partir de la cual se creó toda la materia que forma el universo conocido, se le conoce como “Big Bang”. Aún se está estudiando qué pasó en ese momento, a partir del cual comienza a contar el tiempo de nuestro universo.

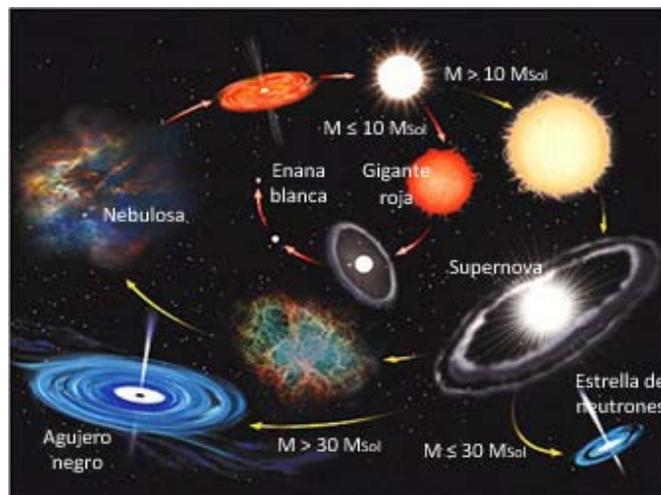
14. Ya que conoces la teoría del Big Bang puedes contestar a la pregunta: ¿dónde está el centro del universo?
15. Teniendo en cuenta que la fuerza gravitatoria siempre es atractiva, ¿qué te parece más lógico, que la expansión del universo se vaya acelerando o se vaya frenando?

Hasta hace poco se pensaba en la posibilidad de que la expansión del universo fuera cada vez más lenta hasta que se frenase, comenzando una contracción que terminaría en un “Big Crunch”. No obstante, las últimas mediciones de la velocidad de las galaxias apuntan a que la expansión es acelerada, por lo que el universo tendrá cada vez más extensiones de vacío.

16. En relación con el movimiento de las galaxias y la expansión del universo en la actualidad se está investigando sobre dos de las incógnitas actuales de la Física: la *materia oscura* y la *energía oscura*. Infórmate sobre ellas.

Actualmente se piensa que el universo está formado por miles de millones de galaxias, muy alejadas unas de otras (cada vez más), cada una de ellas formada a su vez por miles de millones de estrellas, también muy alejadas unas de otras. En definitiva, el universo está casi vacío, aunque en algunos puntos muy concretos encontramos materia suficiente para formar nebulosas, estrellas, planetas o, en definitiva, todos los astros que existen en él.

Además, todo está en continuo cambio. Por ejemplo, las estrellas evolucionan con el tiempo, siguiendo caminos distintos según su masa. En la imagen inferior puedes observar cómo, a partir de una nebulosa, pueden terminar en enanas blancas, estrellas de neutrones o agujeros negros.



17. Busca la definición de cada uno de los astros que aparecen en la figura anterior.
 18. Consulta la imagen anterior sobre evolución estelar y determina cuál será el futuro final del Sol.

Actividad 4.2. Técnicas de orientación

4.1.8. La Vía Láctea

Aunque podemos verla en el cielo en las noches claras y lejos de zonas de contaminación lumínica (figura inferior izquierda), no hemos podido fotografiarla desde fuera, pero

conocemos las estrellas que la forman y sus posiciones, con lo que podemos hacernos una idea de cómo es. La figura inferior derecha muestra una de las recreaciones de cómo se vería si saliésemos de ella.



Vía Láctea vista desde la superficie terrestre



Recreación de la Vía Láctea

Todas las estrellas que se observan a simple vista, unas 6 000 desde los dos hemisferios (entre ellas, el Sol), pertenecen a la Vía Láctea. Además, podemos identificar la galaxia de Andrómeda, en la constelación del mismo nombre.

19. Para que te hagas una idea de las distancias astronómicas, el diámetro medio de la Vía Láctea es de unos 100 000 años luz¹², y su espesor central (vista de perfil) de unos 1 000 años luz. La galaxia más cercana, la de Andrómeda, se encuentra a 2,2 millones de años luz. Expresa estas distancias en kilómetros.
20. En llegar del Sol a la Tierra, la luz tarda unos 8 minutos (por eso se dice que la distancia Tierra-Sol es de 8 minutos luz). La Luna está a 1,2 segundos luz, y la estrella más cercana al Sol (alfa-Centauro) está a 4,3 años luz. Esto significa que la luz que nos llega de la Luna salió de ella hace poco más de un segundo, y la que en este momento nos llega desde alfa-Centauro salió hace más de cuatro años. Entonces, ¿quién habitaba la Tierra cuando salió la luz que nos llega desde la galaxia de Andrómeda? Piensa que la estamos viendo tal y como era en ese momento.

Si observamos el cielo nocturno percibimos que hay algunas estrellas que brillan con mucha intensidad, y entre ellas destacan unas que no titilan. Realmente no son estrellas, sino los planetas compañeros de la Tierra en el Sistema Solar. A simple vista se distinguen Mercurio (con mucha dificultad, pues siempre está cerca del Sol), Venus, Marte, Júpiter y Saturno. Ya se distinguieron en la Antigua Grecia, y de ahí que tengan nombres de dioses griegos. Además, comprobaron que su movimiento no era igual que el de las estrellas, por lo que los llamaron *planetas* (la palabra “planeta” significa “errante”).

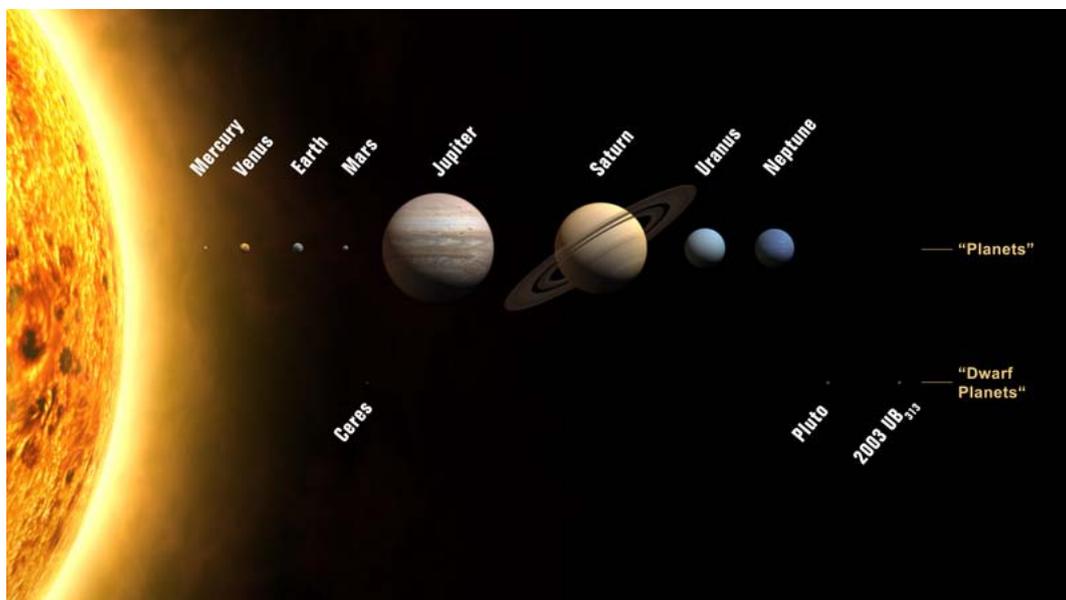
¹² La luz viaja (en el vacío) a, aproximadamente, 300 000 km/s. Un año luz es la distancia recorrida por la luz en un año. Se trata de una unidad de distancias, y no de tiempo como frecuentemente oímos en los medios de comunicación.

Así, cuando anteriormente hablábamos de los modelos geocéntrico y heliocéntrico no debes imaginar que los que defendían uno u otro pensaban en los planetas como tú puedes verlos ahora en fotografías. Para ellos eran, como para ti cuando observas sin aparatos, puntos luminosos, que no titilan, y que se mueven de forma distinta a las estrellas. Ha sido muy recientemente cuando las sondas espaciales y los potentes telescopios nos han enviado las fascinantes imágenes que conoces.

4.1.9. El Sistema Solar

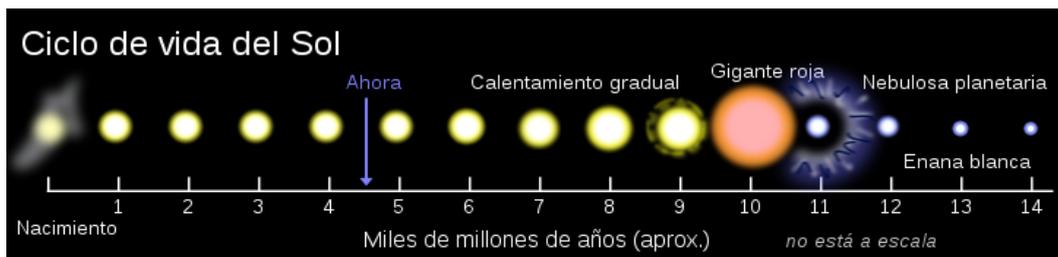
El Sistema Solar está formado por una estrella, el Sol, y todos los astros que giran a su alrededor. Hoy sabemos que la estructura del Sistema Solar es muy semejante a la idea de Copérnico. El Sol en el centro del sistema, por ser el astro de mayor masa, y girando a su alrededor, en órbitas elípticas, encontramos ocho planetas, que a su vez pueden tener otros astros girando a su alrededor: los satélites. También podemos considerar los asteroides (como los que constituyen el cinturón entre Marte y Júpiter), los cometas (de órbita muy excéntrica) y, los planetas enanos (p.ej. Plutón).

La siguiente imagen es una **recreación** del Sistema Solar. Nunca se podrá obtener una imagen como esta del sistema, pues las distancias entre astros son enormes y desde cualquiera de ellos, sin telescopio, verás los otros (solo algunos) como pequeños puntos luminosos (excepto el Sol). Pasamos a continuación a comentar sus componentes.



El Sol

Es el astro mayor del sistema, una gran esfera incandescente. Si lo vemos pequeño es porque está muy lejos, a unos 150 000 000 km. En la imagen siguiente puedes observar el ciclo de vida del Sol.



Actualmente su núcleo se encuentra a la increíble temperatura de 15 ó 20 millones de grados centígrados (la llama de un mechero no llega a 1000 °C). La parte más fría, la fotosfera, lo que nosotros vemos como "superficie", está a unos 6 000 °C. Esta elevada temperatura es consecuencia de las reacciones nucleares que se producen en su interior, donde fundamentalmente el hidrógeno se transforma en helio (fusión nuclear). Está reaccionando así desde hace unos 5 000 millones de años, y aún le queda combustible (hidrógeno) para otros 5 000 millones de años más.

21. Aunque la Tierra te parezca grande, es insignificante si la comparas con el Sol. Para comprobarlo, calcula el volumen de ambos astros (busca los datos que necesites) y determina cuántos planetas del tamaño de la Tierra habría que juntar para formar un astro del volumen del Sol.

Los planetas

Los planetas son astros que giran en torno al Sol, que tienen forma esférica, y que han limpiado las inmediaciones de su órbita de astros menores por su atracción gravitatoria. A simple vista se distinguen fácilmente de las estrellas porque:

- ✓ Aumentan de tamaño si se miran con prismáticos (las estrellas se ven siempre como puntos brillantes).
- ✓ Si se observan durante varias noches seguidas se aprecia que se desplazan con relación a las estrellas del fondo.

En el Sistema Solar hay 8 planetas que podemos clasificar en dos grandes grupos: planetas terrestres (los cuatro más cercanos al Sol) y planetas gigantes o gaseosos (los cuatro más lejanos). En orden, por distancia al Sol, son: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. Todos describen dos movimientos: el de traslación alrededor del Sol y el de rotación sobre sí mismos.

22. Busca información para completar la siguiente tabla:

Astro	Masa	Radio	Distancia al Sol	Periodo de traslación	Periodo de rotación
Sol			-----		
Mercurio					
Venus					
Tierra					
Marte					

Astro	Masa	Radio	Distancia al Sol	Periodo de traslación	Periodo de rotación
Júpiter					
Saturno					
Urano					
Neptuno					

23. ¿Observas en los datos de la tabla anterior cómo se cumple la tercera Ley de Kepler? Explica tu afirmación o negación.

24. Representa en una gráfica de barras las masas de los planetas, y en una gráfica de sectores sus volúmenes. Compara la masa de todos los planetas juntos con la del Sol.

Entre las órbitas de Marte y Júpiter se encuentra el *cinturón de asteroides*, que describimos más adelante.

Los planetas terrestres presentan una superficie sólida formada por rocas semejantes a las de la Tierra. Los planetas gigantes son esencialmente líquidos y gaseosos. Lo que vemos cuando los observamos no es su superficie sino las nubes más externas.

Los planetas enanos

Los planetas enanos son astros que giran en torno a una estrella, de forma esférica, y que no han logrado limpiar su órbita de cuerpos menores. En el momento de escribir estas líneas en nuestro sistema solar se conocen al menos cinco: Plutón (que antes se consideraba planeta), Ceres (el mayor de los cuerpos del cinturón de asteroides), Eris, Makemate y Haumea. Debido a la mejora de las observaciones hay algunos más en lista de espera.

25. Visita http://es.wikipedia.org/wiki/Planeta_enano y comprueba la lista de astros que se encuentran en espera para ser calificados como planetas enanos.

Los cuerpos menores

En el Sistema Solar hay una inmensa cantidad de cuerpos menores que giran en torno al Sol, de todos los tamaños y formas. Generalmente están formados por rocas y hielos, pero también los hay formados por metales. Lo sabemos porque a veces caen sobre la Tierra y podemos estudiarlos. Podría hablarse de dos clases de cuerpos menores: los asteroides y los cometas.

- ✓ **Asteroides.** La mayoría de ellos se encuentran formando un anillo alrededor del Sol entre Marte y Júpiter, llamado cinturón de asteroides, pero también hay muchísimos más allá de los últimos planetas. Algunos se encuentran en órbitas que cruzan la de la Tierra y por esto caen sobre nuestra atmósfera como meteoritos.

- ✓ **Cometas.** También forman parte de los cuerpos menores del Sistema Solar. Se mueven alrededor del Sol, como los planetas, pero sus órbitas son muy excéntricas (alargadas) y completan su ciclo en períodos que oscilan entre 5 y 300 años. Su aspecto suele ser tan espectacular que en la antigüedad despertaban grandes miedos en las gentes supersticiosas. Están formados por tres partes claramente visibles: el núcleo, la coma y la cola (imagen derecha). La coma y la cola se forman por calentamiento del núcleo del cometa al acercarse al Sol que hace que el hielo que lo forma pase a gas por sublimación. Por tanto, estas partes no existen cuando está lejos del Sol.



26. ¿Has visto alguna vez una “estrella fugaz”? Describe el fenómeno que tiene lugar.

Actividad 4.3. Simulaciones informáticas (Stellarium y Celestia)

4.1.10. El sistema Tierra-Luna

En este apartado nos centraremos en cinco preguntas. Respóndelas antes de continuar:

27. ¿Por qué hay días y noches?
28. ¿A qué se debe la sucesión de primaveras, veranos otoños e inviernos?
29. ¿Por qué no vemos siempre la Luna completamente iluminada?
30. ¿Podemos saber cuándo se va a producir un eclipse? ¿Qué clases de eclipses conoces?
31. ¿Por qué razón las aguas del mar suben y bajan dos veces cada día?

El día y la noche

El día y la noche son consecuencia del movimiento de rotación de la Tierra, que gira sobre su eje completando una vuelta cada 24 horas. El giro se efectúa de Oeste a Este, por lo que desde la superficie terrestre vemos que el Sol y todos los astros se mueven en sentido contrario, esto es, “salen” más o menos por el Este y “se ponen” más o menos por el Oeste.

Si trazamos 24 meridianos, cada uno de ellos será un meridiano horario (imagen derecha), y el territorio comprendido entre dos de ellos será un huso horario. Los habitantes de cada huso horario tienen la misma hora solar (ver imagen). Desde cualquier punto de la superficie terrestre, las 12, hora solar, es cuando el Sol se encuentra en su posición más alta durante el día.

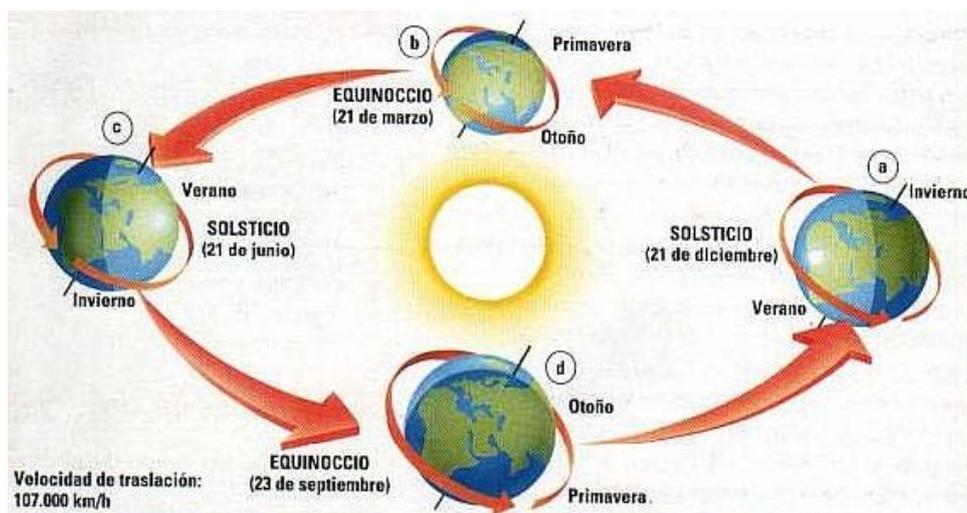


32. La hora que marcan nuestros relojes no es la hora solar. ¿qué diferencia marcan, en verano y en invierno, respecto a esta? ¿Por qué no los sincronizamos con la hora solar?
33. ¿Qué ángulo gira la Tierra cada hora?

Las estaciones

Las estaciones, que son los periodos del año en los que las condiciones climáticas imperantes se mantienen en una determinada región dentro de un cierto rango, son consecuencia de la inclinación del eje de rotación terrestre, que unido al movimiento de traslación hace que los dos hemisferios terrestres reciban diferente radiación solar a lo largo del año. Nuestro planeta gira alrededor del Sol describiendo una órbita elíptica (casi una circunferencia), que podemos situar sobre un plano imaginario al que llamamos *plano de la eclíptica*.

El eje de rotación de la Tierra no es perpendicular a este plano sino que forma con él un ángulo de aproximadamente $23,5^\circ$. Debido a ello, a lo largo del año, la Tierra es iluminada de forma diferente por el Sol calentando unas veces más el hemisferio norte y otras el sur. Esta es la causa de las estaciones (imagen inferior).



En el solsticio del 21 de junio los rayos del Sol caen perpendiculares al Trópico de Cáncer y en el del 21 de diciembre lo hacen en el Trópico de Capricornio. En los dos equinoccios, días del año en los que el día y la noche duran igual en todos los puntos del planeta, los rayos solares caen perpendiculares al ecuador.

34. Dibujar la sombra de un poste vertical situado en un punto del Ecuador al mediodía (12 h solar): a) en el solsticio de verano; b) en el equinoccio de otoño; c) en el equinoccio de primavera; d) en el solsticio de invierno. Indicar la situación de los cuatro puntos cardinales en cada dibujo.
35. En el lugar en el que vives, ¿alguna vez has visto el Sol justo encima de tu cabeza de modo que un poste vertical no produce sombra? ¿Dónde ocurre esto, y en qué momentos del año?

La Luna

La mayoría de los planetas de Sistema Solar tienen satélites. Algunos, como Júpiter y Saturno, tienen muchos. Hay cinco satélites más grandes que la luna: Tritón (satélite de Neptuno), Titán (de Saturno), Ganímedes, Calisto e Io, (de Júpiter). Pero comparados con los planetas a los que pertenecen todos ellos son muy pequeños.

La Luna, comparada con la Tierra, resulta un satélite enorme y al girar a su alrededor provoca importantes fenómenos que iremos estudiando, como las mareas y los eclipses. Su diámetro es algo mayor que 1/4 del terrestre, y su distancia media a la Tierra (384 000 km) es pequeña en términos astronómicos.

La hipótesis más aceptada en la actualidad es que se formó como resultado del impacto de un cuerpo celeste del tamaño de Marte con la joven Tierra, volando material que quedó en órbita alrededor de esta y finalmente formó la Luna.

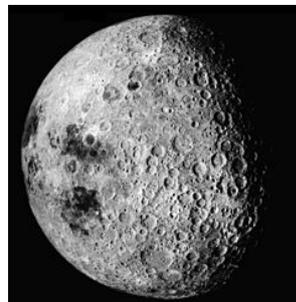
La Luna es el primer astro, y hasta ahora el único, pisado por el ser humano. El día 20 de julio de 1969, Armstrong y Aldrin pusieron sus pies sobre el llamado Mar de la Tranquilidad y describieron la Luna como “un astro desolado y gris, donde no existe el color”.

Su superficie está acribillada por cráteres, consecuencia de los impactos de infinidad de meteoritos que cayeron sobre ella hace miles de millones de años (como sobre todos los demás astros del sistema Solar), cuyas huellas se mantienen intactas al no haber atmósfera ni agua que los erosione. No se ha detectado actividad geológica, por lo que podemos decir que es un astro “muerto”.

Nuestro satélite completa una vuelta alrededor de la Tierra en aproximadamente 27 días¹³ y gira sobre su eje en el mismo tiempo. Por esta razón desde la Tierra vemos siempre la misma "cara" de la Luna (imagen inferior izquierda). La "cara oculta" no la hemos conocido hasta que enviamos un satélite a fotografiarla a finales de la década de 1950 (imagen inferior derecha).



Cara visible de la Luna



Cara oculta de la Luna

¹³ El llamado periodo o mes sinódico se refiere a la repetición de una fase lunar, lo cual ocurre cada 29,5 días, ya que la Tierra se mueve también alrededor del sol.

Las fases de la Luna (CONCIVI: Mareas)

Las distintas fases lunares que apreciamos desde la superficie terrestre son consecuencia de las posiciones relativas del Sol, la Luna y la Tierra (imagen página siguiente):

- ✓ Cuando vemos todo el disco lunar iluminado por el Sol, la llamamos luna llena (plenilunio). Cuando no se ve, debido a que la cara iluminada es la oculta, la llamamos luna nueva (novilunio).
- ✓ Cuando la zona iluminada por el Sol es la derecha (la que se correspondería con las 3, si la cara de la Luna fuese una esfera de reloj) hablamos de cuarto creciente y cuando la zona iluminada es la izquierda, cuarto menguante. Esto, naturalmente, vista desde el hemisferio norte (desde el hemisferio sur al contrario).

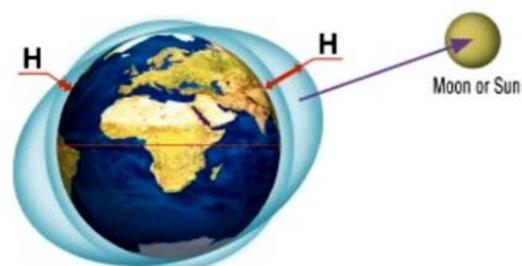


36. ¿Entiendes que cuando desde el hemisferio norte se ve iluminada la parte derecha de la Luna desde el hemisferio sur se ve iluminada la izquierda? En el enlace <http://www.tutiempo.net/luna/fases.htm> dispones de un calendario lunar en el que puedes comprobar cómo se verá la Luna el día que tú elijas desde ambos hemisferios.
37. ¿Por qué en las fotografías de la Luna de la parte inferior de la imagen anterior cuando estamos cerca del novilunio, o en él, la Luna se ve sobre fondo azul, y en el resto sobre fondo negro?

Las mareas (CONCIVI: Mareas)

Las mareas son variaciones periódicas del nivel de las aguas de los mares y océanos por efecto de los movimientos y atracciones gravitatorias de la Tierra, la Luna y el Sol (principalmente de la Luna. Imagen derecha).

El movimiento completo de subida y bajada de las aguas de marea se repite cada 12 horas y 25 minutos, esto es, el mar sube (pleamar) dos veces cada día, y baja (bajamar) otras dos.

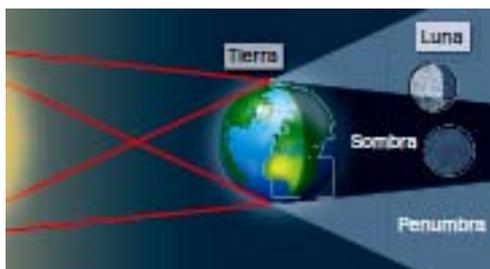


Dos veces al mes los efectos de la Luna y el Sol se suman y se producen mareas vivas; esto es, la diferencia de alturas entre pleamar y bajamar es máxima. Otras dos veces se restan y se producen mareas muertas: mínima diferencia entre pleamar y bajamar.

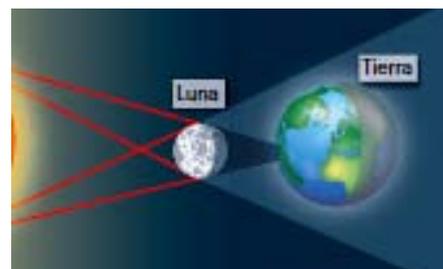
38. Observa la imagen de las fases de la Luna. De la definición de mareas vivas y muertas, deduce: ¿en qué fases de la Luna se producirán las mareas vivas? ¿Y las muertas?
39. ¿Qué diferencias y semejanzas hay entre las mareas altas y las vivas? ¿Y entre las bajas y las muertas?

Los eclipses

El eclipse (palabra de origen griego que significa “desaparición”) es un suceso en el que la luz procedente de un cuerpo celeste es bloqueada por otro. En el sistema Tierra-Luna se pueden observar, desde la superficie terrestre, eclipses de Sol y de Luna, que ocurren cuando el Sol y la Luna se alinean con la Tierra de una manera determinada (imagen inferior¹⁴).



En el eclipse de Luna la sombra de la Tierra cae sobre el satélite



En el eclipse de Sol es la sombra de la Luna la que cae sobre la Tierra

40. ¿En qué fase de la Luna se producen los eclipses de Sol? ¿Y los de Luna?
41. Investiga. ¿Por qué no siempre que la Luna está en las fases anteriores se producen eclipses?

Actividad 4.4. Representación de distancias y fenómenos en el aula

4.2. La atmósfera terrestre

Actualmente, se considera que la Tierra es un planeta activo (en continua transformación), formado por cuatro partes o sistemas: la atmósfera, la hidrosfera, la geosfera y la biosfera. Estos sistemas interactúan entre sí, es decir, los cambios que se producen en uno de ellos afectan en mayor o menor medida a los demás. La geosfera y la biosfera las estudiarás en el siguiente semestre en la segunda parte de esta asignatura,

¹⁴ En estas imágenes no se han respetado, como suele ocurrir en todas las que puedas encontrar sobre eclipses, las proporciones de tamaños y distancias entre astros.

dedicada a Biología y Geología, y la hidrosfera ya la hemos tratado en el Tema 1. Nos queda, pues, la atmósfera, que abordaremos a continuación.

4.2.1. Composición y estructura

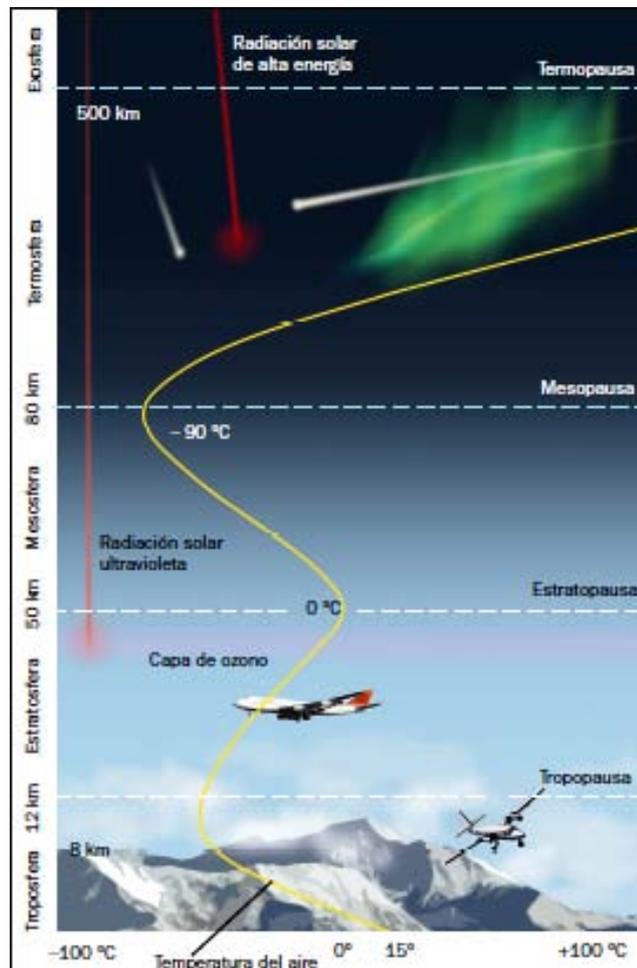
La atmósfera es una capa gaseosa de unos 1 000 km de espesor que envuelve a la Tierra. Es más densa en la proximidad de la Tierra y tanto más tenue a medida que nos alejamos. Su composición en volumen es, muy aproximadamente: Nitrógeno (N₂): 78%; Oxígeno (O₂): 21%; Argón (Ar): 0,9%; Dióxido de carbono (CO₂): 0,03%. También existen, en cantidades más pequeñas, neón (Ne), agua (vapor y líquida), polvo en suspensión, etc.

42. Representa en un diagrama de sectores la composición de la atmósfera

La atmósfera terrestre desempeña un importante papel. Entre otras cuestiones:

- ✓ Protege a la Tierra de la parte perjudicial de la radiación solar (efecto filtro).
- ✓ Absorbe y retiene, en forma de energía, una parte del calor emitido por el Sol (efecto invernadero).
- ✓ Provoca la desintegración de los meteoritos (casi todos) antes de alcanzar el suelo.
- ✓ Contiene gases indispensables para la vida, como el oxígeno.
- ✓ Permite el desplazamiento en su seno de masas de agua en estado líquido o de vapor.

Suelen distinguirse varias capas en la atmósfera (figura derecha), cuyas características principales son:



- La **exosfera** comienza a 500 km de altitud y contiene gases atmosféricos enrarecidos (sus partículas escasean, están muy separadas entre sí).
- La **termosfera**, también llamada ionosfera, se localiza entre los 80 y los 500 km de altitud. En ella los gases están bastante enrarecidos, pero absorben las radiaciones solares más energéticas y perjudiciales (rayos X y rayos γ), lo que eleva la temperatura de la zona.

- La **mesosfera** abarca desde los 50 hasta los 80 km de altitud. En esta zona, los gases no absorben radiaciones solares, por lo que la temperatura desciende hasta $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- La **estratosfera** se extiende desde los 12 hasta los 50 km de altitud. Hacia la mitad de la zona, se encuentra la capa de ozono, donde la temperatura aumenta con la altitud, desde $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, debido a que el ozono absorbe radiación solar ultravioleta y se calienta.
- La **troposfera** ocupa los primeros 12 km de altitud. En esta capa, la atmósfera alcanza su máxima densidad, ya que aquí se concentran las tres cuartas partes del aire que contiene y se producen los vientos, las nubes, la lluvia... La temperatura del aire en esta capa pasa de los $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ de media en su parte inferior a los $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ en su parte superior.

43. ¿Ves alguna relación entre el efecto filtro y las variaciones de temperatura en la atmósfera?

44. ¿Cómo te imaginas la Tierra si no tuviera atmósfera?

4.2.2. Presión atmosférica

En general, se define presión como la fuerza que actúa sobre la unidad de superficie de un cuerpo. Matemáticamente, $P = F/S$. La unidad de presión en el S.I. es, por tanto, el N/m^2 , que recibe el nombre especial de *pascal* (Pa). Como es una presión muy pequeña, en la vida corriente se utiliza mucho el kilopondio¹⁵ por centímetro cuadrado (kp/cm^2). En ella se mide, por ejemplo, la presión de los neumáticos de los coches).

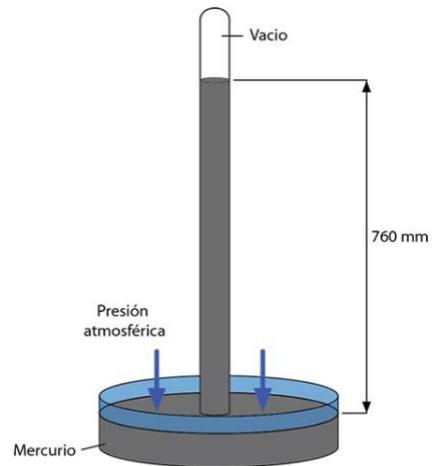
45. ¿Por qué para andar por la nieve se utilizan raquetas o esquís? Argumenta con rigor en el lenguaje.

Como, al fin y al cabo, vivimos en el fondo de un océano de aire, el peso de éste ejercerá sobre nosotros una presión llamada presión atmosférica. La diferencia con un océano de agua es que el agua es aproximadamente 1 000 veces más densa que el aire y, por tanto, las presiones en la atmósfera son mucho más débiles que en los líquidos. La presión atmosférica al nivel del mar es aproximadamente $1\text{ kp}/\text{cm}^2$.

46. ¿Por qué piensas que los organismos vivos de la superficie terrestre no son aplastados por la presión atmosférica?

¹⁵ Un kilopondio (kp) es el peso de 1kg al nivel del mar. Equivale a 9,8 N.

La primera medida del valor de la presión atmosférica la realizó Torricelli en el siglo XVII. Para ello tomó un tubo de 1 m cerrado por un extremo, lo llenó hasta el borde de mercurio y, tapándolo con el dedo lo invirtió e introdujo dicho extremo en el mercurio de una cubeta, retirando el dedo. El mercurio del tubo bajó hasta quedar a una altura de 760 mm sobre el nivel del de la cubeta. Esta experiencia revela que la presión que ejerce la atmósfera sobre la superficie del mercurio de la cubeta es capaz de sostener sin que caiga una columna de mercurio de 760 mm de altura (imagen derecha).



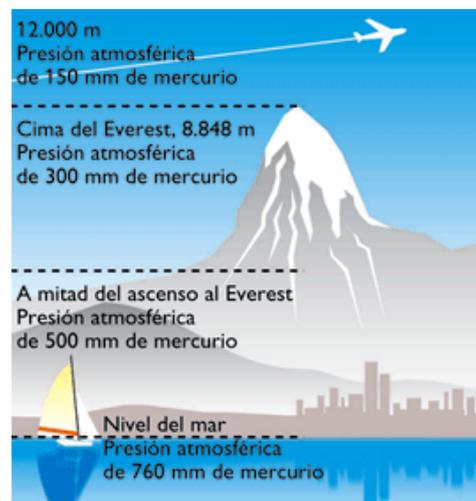
47. ¿Qué ocurriría si realizáramos el experimento de Torricelli en la Luna?

La presión atmosférica se expresa corrientemente en unidades como atmósferas, milímetros de mercurio (mmHg) y milibares (mb). La relación entre ellas es:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 1\,013 \text{ mb}^{16}$$

Los aparatos que miden la presión atmosférica se llaman barómetros. Los más precisos son los de mercurio, basados en la experiencia de Torricelli. Los más corrientes y domésticos son los metálicos, basados en las deformaciones que sufre una caja metálica de paredes finas al variar la presión.

Es evidente que al elevarnos desde el nivel del mar, tendremos por encima un peso menor de aire y, por tanto, la presión irá bajando (imagen derecha). De aquí se deduce que un barómetro puede servir para medir alturas. Se llaman entonces altímetros, muy utilizados en aviación, montañismo, etc.



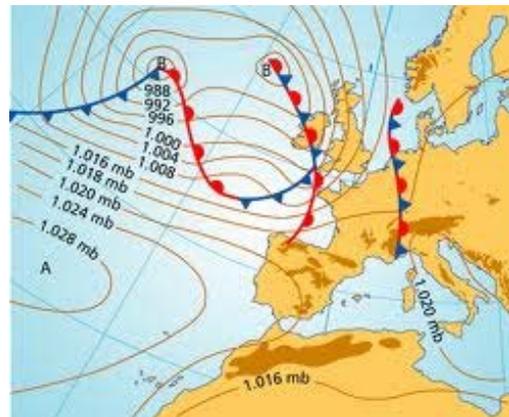
4.2.3. Ciclones y anticiclones

El aire en contacto con la superficie de la Tierra suele variar de unas zonas a otras en cuanto a características de temperatura y de humedad. Se habla entonces de masas de aire de características diferentes, que originan desigualdades de presión entre las zonas sobre las que se encuentran.

¹⁶ Desde hace muy poco, en las predicciones televisivas del tiempo oímos hablar de la presión en hectopascales (hPa). Puede deducirse que $1 \text{ mb} \approx 1 \text{ hPa}$.

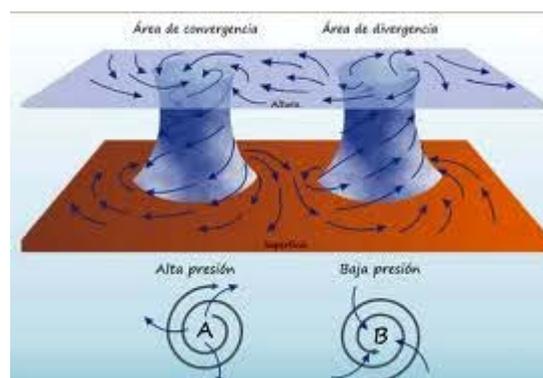
- ✓ El aire caliente, al dilatarse y hacerse menos denso, tiene tendencia a elevarse. El fenómeno se acentúa si, además, es húmedo, todavía menos denso. En la superficie crearía un área de baja presión llamada *ciclón*.
- ✓ Inversamente, el aire frío es más denso y tiende a caer, originando una zona de alta presión llamada *anticiclón*.

Si los datos de la presión, recogidos por numerosas estaciones meteorológicas de forma simultánea (y expresados como si todas ellas estuviesen a nivel del mar), se trasladan a un mapa y se unen con líneas los puntos de igual presión, tenemos un mapa de isóbaras, base de cualquier mapa del tiempo, donde se distinguen zonas de baja presión (ciclones) y zonas de alta (anticiclones). Otros elementos que se señalan en los mapas del tiempo son los frentes fríos y los frentes cálidos, que son los límites de las masas de aire que se mueven a distinta temperatura en relación con la temperatura del aire que les rodea. También se representan las borrascas tal y como aparecen en la imagen derecha (B: borrascas; A: anticiclones; línea con triángulos: frente frío; línea con semicírculos: frente caliente; línea con triángulos y semicírculos: frente ocluyéndose).



La circulación general del aire, debida al movimiento de rotación de la Tierra, origina que el movimiento del aire (sentido del viento) en los anticiclones lleve el mismo sentido de las agujas del reloj y en las borrascas, sentido contrario (todo ello en el hemisferio N. En el S los sentidos están invertidos). La velocidad del viento se mide con un anemómetro.

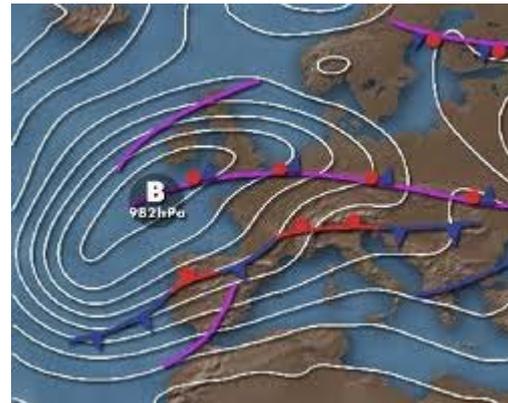
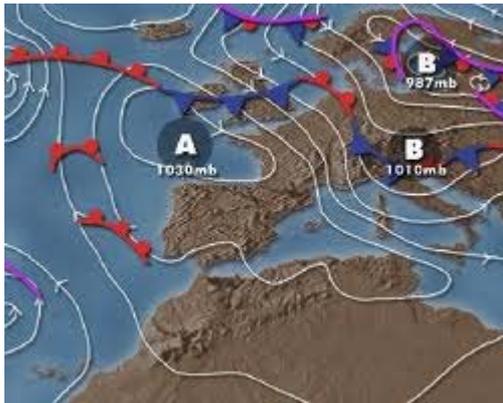
En una zona de baja presión se produce una circulación del aire en vertical en forma de corriente ascendente. Al mismo tiempo los anticiclones originan una corriente descendente, que a nivel de suelo disipa el aire. El resultado es una circulación vertical cerrada (ver imagen). Los ciclones, o zonas ciclónicas funcionan, pues, como chimeneas por la que el aire asciende. Al elevar el aire facilitan a nivel del suelo el encuentro de masas de aire de características diferentes. Además, facilitan el enfriamiento de las masas de aire al ascender. Estas son las dos razones por las que las zonas de bajas presiones, y también las borrascas, son centros de mal tiempo, caracterizados por la formación de nubes y lluvia.



Anticiclones y ciclones no están inmóviles, sino que se desplazan y evolucionan hasta desaparecer. Sobre Europa avanzan generalmente de O a E. Así pues, si estamos leyendo

el barómetro y la presión desciende es que se está acercando una situación ciclónica y el tiempo va a empeorar con nubes y lluvia. Por el contrario, si la presión se eleva y se mantiene, estamos en situación anticiclónica, el tiempo será despejado y soleado (aunque a veces se formen nieblas).

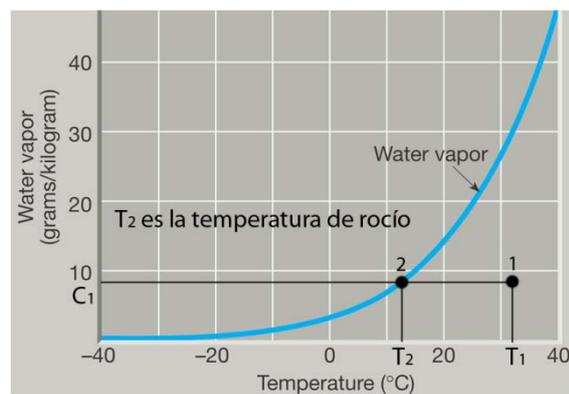
48. Observa los siguientes mapas meteorológicos. ¿Qué símbolos observas y qué crees que significan? ¿Cuál de ellos expresa un mejor tiempo en España? ¿Cuál crees que predice vientos más fuertes? Explica tus respuestas.



4.2.4. Nubes y lluvia

A una temperatura dada, un determinado volumen de aire puede contener una cantidad variable de vapor de agua, pudiendo llegar a alcanzar un máximo a partir del cual el vapor condensa en forma de gotitas. Se dice entonces que el aire está saturado de vapor de agua, o que la humedad relativa es del 100%.

La saturación del aire depende de la temperatura. Si tenemos una masa de aire con las características representadas por el punto 1 (gráfica derecha), es decir a una temperatura T_1 y un contenido de vapor de agua c_1 , si disminuimos la temperatura llegaremos a las condiciones representadas por el punto 2, es decir a T_2 y c_1 , en que el aire ya está saturado (2 se encuentra en la curva de saturación). A la temperatura T_2 , a la que hay que enfriar para que el aire alcance la saturación y comiencen a condensarse las primeras gotas, se denomina *punto o temperatura de rocío*.



49. A 25 °C cada metro cúbico de aire puede contener como máximo 23,5 g de vapor de agua. Si el aire de una habitación de 30 m³ está a 25 °C y contiene 520 g de vapor de agua, ¿cuál es su humedad absoluta? ¿Y su humedad relativa? (Nota. La humedad absoluta es la cantidad, en gramos, de vapor de agua que hay en cada metro cúbico de aire).

50. Si la temperatura del aire de la actividad anterior disminuye a 20 °C. ¿Cuánto valdrán ahora la humedad absoluta y la humedad relativa? (Nota. A 20 °C la cantidad de vapor de agua que “cabe” como máximo por metro cúbico de aire se reduce a 17,3 g).

Cuando una masa de aire asciende, ya sea por calentamiento local, ya sea empujada por algún frente, u obligada por montañas, se va enfriando hasta que, al llegar a una determinada altura, alcanza su temperatura de rocío y el vapor de agua comienza a condensarse en pequeñas gotitas, formándose una nube (el aliento en los días fríos se explica del mismo modo). La nube va creciendo sobre todo hacia arriba y si en su cúspide la temperatura es inferior a 0 °C se formarán allí pequeños cristales de hielo. Así pues, una nube es un conjunto de partículas minúsculas de agua líquida, o de hielo, o ambas, que se encuentran en suspensión en la atmósfera.

Cuando se produce un descenso brusco de la temperatura las gotitas de la nube se condensan en gotas más gruesas y pesadas. Entonces caen en forma de lluvia. Si la temperatura es lo suficientemente baja se forman cristalitos de hielo, que se unen entre ellos formando los copos de nieve.

En cambio, el granizo se forma en tiempo muy revuelto dentro de las grandes nubes de tormenta. Las gruesas gotas de agua, en lugar de caer, son empujadas por las violentas corrientes ascendentes dentro de la nube. En la cima se congelan, caen, vuelven a subir... y el proceso puede repetirse, aumentando cada vez más de tamaño antes de caer a tierra.

4.2.5. Fenómenos eléctricos

51. ¿De dónde crees que viene la electricidad de una nube?

Las violentas corrientes de aire que recorren las nubes de tormenta hacen que las gotitas de agua y los cristalitos de hielo se electricen por rozamiento entre sí y con el aire. Unos quedan cargados positivamente y suelen ocupar la parte superior de la nube y otros, con carga negativa, se colocan en la parte inferior (ver imagen). El suelo debajo de la nube se carga, por inducción, con carga positiva.



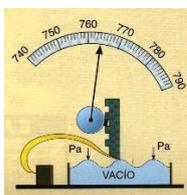
La diferencia de potencial llega a ser tan elevada que la chispa eléctrica puede saltar entre nubes (relámpago), o entre una nube y la tierra, o viceversa (rayo). El trueno es el sonido que acompaña a la descarga eléctrica. Esta, en un instante, calienta bruscamente el aire, que se expande produciendo un vacío. El aire que se precipita a llenar ese vacío produce una potente onda de choque: el trueno.

4.2.6. Tiempo atmosférico y clima

Es frecuente la confusión entre tiempo atmosférico y clima, pero se refieren a aspectos distintos de las características de la atmósfera en una determinada zona.

Llamamos **tiempo atmosférico** al estado de la atmósfera en un momento dado y en una zona determinada. Los meteorólogos, dedicados al estudio de la atmósfera, elaboran predicciones del tiempo atmosférico, a corto plazo, a partir de información procedente de estaciones meteorológicas y satélites artificiales. Una buena predicción meteorológica nos permite, por ejemplo, evitar que los aviones, o los barcos, atraviesen tormentas peligrosas, o que la población se prepare ante la llegada de fuertes vientos, lluvias o nevadas. Para elaborarla se utilizan los siguientes aparatos:

- ✓ **Barómetro.** Consiste en una caja cilíndrica cuya tapa es sensible a las variaciones de presión (sufre pequeñas deformaciones en función de esta). Sirve para medir la presión atmosférica, en milímetros de mercurio (mm Hg) o en milibares (mb).
- ✓ **Higrómetro.** Mide la cantidad de vapor de agua que contiene el aire (humedad relativa). Se expresa en % respecto al aire saturado (una humedad del 50% significa que el aire contiene la mitad de vapor de agua de lo que podría).
- ✓ **Termómetro.** Se emplea para medir la temperatura del aire. Se recogen, generalmente, las temperaturas máxima y mínima de cada día, y se expresan en grados centígrados (°C).
- ✓ **Pluviómetro.** Es un recipiente para medir el volumen de las precipitaciones. El resultado se expresa en L/m².
- ✓ **Veleta.** Señala el sentido del viento (de dónde procede: norte, suroeste, etc.). Suele ir acompañada de una rosa de los vientos, con los puntos cardinales.
- ✓ **Anemómetro.** Es un instrumento que mide la rapidez del viento. Normalmente se suele observar junto a la veleta



Esquema de barómetro de vacío



Higrómetro



Termómetro máxima-mínima



Pluviómetro



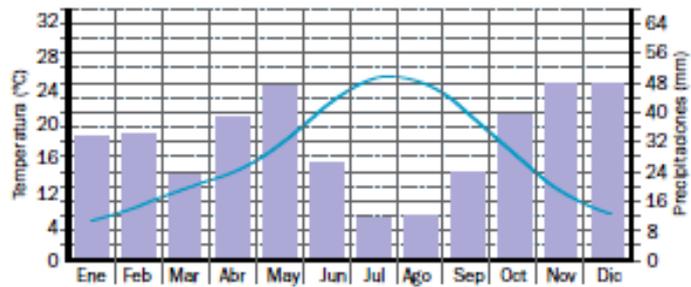
Veleta con anemómetro



Anemómetro

El **clima** es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan a una determinada región durante un amplio intervalo de tiempo. Como puedes observar, la diferencia principal entre tiempo atmosférico y clima radica en la escala de tiempo. Hablamos de tiempo atmosférico para breves periodos de tiempo (horas, días), y de clima si nos referimos a intervalos grandes (años).

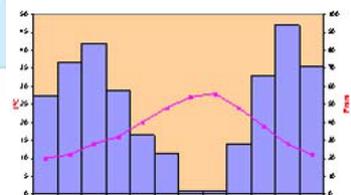
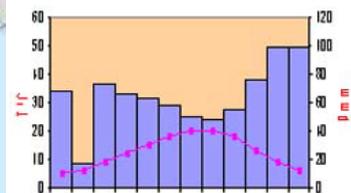
Para estudiar el clima de una región hay que recoger datos durante muchos años. Las conclusiones finales se expresan en función de los valores medios de estos datos. Suelen representarse en gráficas llamadas climogramas (imagen derecha).



La línea curva representa la **temperatura media mensual**. La gráfica de barras indica el **volumen medio de precipitaciones** durante cada mes del año (eje horizontal). Observa que se expresan en milímetros, ¡que no es una unidad de volumen! Para expresarlo en L/m^2 debemos tener en cuenta que la superficie de la boca de un pluviómetro estándar es de 100 cm^2 . Con esto es fácil deducir que cada milímetro ($0,1\text{ cm}$) recogido por los 100 cm^2 supone un volumen $V = 100\text{ cm}^2 \cdot 0,1\text{ cm} = 10\text{ cm}^3$. Por lo tanto, en 1 m^2 ($10\,000\text{ cm}^2$) se recogería un volumen 100 veces mayor: $V = 100 \cdot 10\text{ cm}^3 = 1\,000\text{ cm}^3$ (1 L). Se concluye, pues, que cada milímetro equivale a $1\text{ L}/m^2$.

El climograma superior es característico de una región en la que los inviernos son lluviosos y templados y los veranos secos y calurosos.

52. En las imágenes inferiores te presentamos los principales climas de España, y los climogramas de dos de ellos: el clima mediterráneo y el clima oceánico. ¿Cuál de los climogramas corresponde a cada uno?



4.2.7. La contaminación atmosférica y sus efectos

La contaminación atmosférica es la presencia en la atmósfera de sustancias en una cantidad que implique molestias o riesgo para la salud de las personas y de los demás seres vivos.

Aunque puede ocurrir por causas naturales, como las erupciones volcánicas, los incendios forestales no provocados o la actividad de algunos seres vivos, la mayor parte de la contaminación actual (la más constante y dañina) se debe a las actividades del ser humano, sobre todo a los procesos industriales y a la quema de combustibles.

Principales sustancias contaminantes

Las principales sustancias que el ser humano emite al aire son gases nocivos y partículas sólidas o líquidas:

- ✓ Los gases. Los principales son los óxidos de azufre y de nitrógeno, el metano, los CFC (gases presentes en los frigoríficos, los aerosoles y los aparatos de aire acondicionado), el monóxido de carbono y el CO₂.
- ✓ Las partículas. Las más nocivas son los humos y las cenizas generados en las combustiones, los humos que escapan de ciertas industrias químicas, el polvo de las explotaciones mineras, o el polen de las plantas.

Las contaminaciones acústica y lumínica

La presencia en la atmósfera de ruidos muy fuertes o persistentes se denomina contaminación acústica. También altera la atmósfera la excesiva luz artificial emitida durante la noche; es la denominada contaminación lumínica.

Efectos de la contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica tiene efectos perjudiciales sobre algunos aspectos del medio ambiente:

- ✓ **Efectos en el clima.** El dióxido de carbono, CO₂, no es un contaminante, puesto que forma parte de la atmósfera y participa en los ciclos naturales. Sin embargo, un aumento rápido de su concentración, como el que se está produciendo por la quema de carbón y del petróleo, está incrementando el efecto invernadero natural, lo que elevará la temperatura media del planeta y puede desencadenar un cambio climático de consecuencias imprevisibles. Es muy importante no alterar su concentración natural.
- ✓ **Efectos en la biosfera.** Algunos gases, como los CFC, reaccionan con el ozono estratosférico y disminuyen su concentración, lo que permite la llegada a la superficie terrestre de más radiaciones ultravioleta, muy nocivas para la vida. Además, hay gases contaminantes, como los óxidos de nitrógeno y los de azufre,

que se disuelven en el vapor de agua de la atmósfera y producen ácidos corrosivos. Transportados por las nubes, disueltos en las gotitas que las forman, dañan los ecosistemas cuando caen a tierra (lluvia ácida).

- ✓ **Efectos en la salud de las personas.** Algunos gases contaminantes son tóxicos para las personas y causan la irritación de los ojos y de las vías respiratorias. Las partículas de humo y de polvo también entran en nuestros pulmones y causan daños, a veces muy serios.
- ✓ **Efectos en los materiales.** Las partículas de humo y ciertos gases contaminantes, solos o disueltos en el agua de lluvia, pueden deteriorar muchos de los materiales con los que fabricamos objetos y edificios.

Conocemos bien los efectos, muy perjudiciales, que tiene la contaminación atmosférica sobre nuestra salud (alergias, alteraciones del aparato respiratorio, irritaciones en los ojos...) y la del resto de seres vivos (como la necrosis de las hojas de las plantas). La humanidad es responsable, en gran medida, de todas estas alteraciones; por tanto, seremos unos insensatos si no tomamos medidas a tiempo para evitarlas.

El desarrollo sostenible es un modelo de desarrollo que pretende garantizar las necesidades de las generaciones presentes sin amenazar las de las generaciones futuras.

Tenemos la obligación de utilizar de forma razonable los recursos de la Tierra y velar por la salud del medio ambiente.

Actividad 4.5. Oscurecimiento global vs. efecto invernadero



Anexo 1

Actividades de aula

«Lo que sucede es que tenemos miedo a abordar el problema creyendo que no estamos facultados. Estamos tal vez más que de sobra facultados. Lo que pasa es que estamos intoxicados de la ciencia libresca»

Rioja, 1928

Actividad 1.1

Analizar el significado de la Taxonomía de Shayer y Adey

Extracto de la tercera parte del libro:

Shayer, M. y Adey, P. (1986). *La Ciencia de enseñar Ciencias. Desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo*. Madrid: Narcea S. A.

Competencia: interacción del alumnado con el mundo	
Interés y actividad investigadora	2A. Concreto inicial. Registrará mentalmente lo que sucede, pero, para mantener el interés después de las primeras observaciones obvias, necesita un modelo asociativo o una seriación. La actitud investigadora, si no es orientada por alguien, no llegará a producir modelos concretos.
	2B. Concreto avanzado. Incluirá seriación y clasificación como instrumentos de percepción para descubrir lo que sucede, pero necesita que se le proporcione un modelo concreto, por medio del cual podrá estructurar los resultados experimentales. Encuentra interés en hacer y comprobar predicciones de causa y efecto.
	3A. Formal inicial. Encuentra un gran interés en comenzar a averiguar el <i>por qué</i> de las cosas y en deducir consecuencias a partir de un modelo formal. Experimenta confusión al tener que investigar relaciones empíricas sin un modelo interpretativo. Puede usar un modelo formal, pero requiere que se lo proporcionen otros. Puede generar modelos concretos con interés. Puede ver la razón de formular hipótesis y puede plantear experimentos sencillos, pero es probable que necesite ayuda para deducir relaciones de los resultados y para organizar la información de modo que se vayan eliminando las variables irrelevantes en cada fase.
Uso de modelos	2A. Concreto inicial. El uso de <i>modelos concretos</i> consiste en la organización de la realidad por medio de la seriación, la clasificación o la correspondencia 1/1. En este nivel solo se dan simples comparaciones y causas elementales. Nociones no estructuradas tales como «el estado puro»
	2B. Concreto avanzado. Uso de modelos por seriación, que puede extenderse a cualquier escala lineal. El «modelo» tiene una definición semejante a la que da el diccionario, es decir, un modelo simplificado de correspondencia 1/1.
	3A. Formal inicial. El <i>modelo formal</i> es una representación indirecta de la realidad por una comparación deductiva a partir de un sistema de postulados con sus propias reglas. En este nivel el estudiante suele necesitar ayuda para deducir el comportamiento de un sistema con múltiples variables. A no ser que la relación cuantitativa sea sencilla las deducciones es probable que sean simplemente cualitativas. El modelo se considera como algo verdadero, no hipotético; por tanto, en este nivel no suele darse la comparación crítica de modelos formales alternativos.
Categorización	2A. Concreto inicial. Clasificaciones elementales. Los diferentes objetos son clasificados según un criterio prioritario cada vez, por ejemplo, según el color, el tamaño, la forma, etc. Los niños pueden cambiar también los criterios. Pronto pueden también multiplicar las clasificaciones. Por ejemplo, “grandes cuadrados azules/pequeños cuadrados azules”, “grandes cuadrados rojos/pequeños cuadrados rojos”
	2B. Concreto avanzado. Inclusión en una clase y clasificaciones jerárquicas. La clasificación es aún la forma dominante de categorizar la realidad, pero ahora las clases están menos ligadas a una simple propiedad y pueden ser parcialmente ordenadas, por ejemplo, animales-animales voladores-aves domésticas. Clasificaciones bipolares, tales como “ácidos como opuestos a bases”
	3A. Formal inicial. Generalización. Ahora la operación de clasificar se usa para dar significado a una amplia gama de fenómenos. Una fórmula general como la del volumen de un cuerpo $V=a \cdot b \cdot c$ se usará como guía para calcular el volumen. Si se le pide que elija el término siguiente en la serie “Etna-volcán-...” elegirá “montaña” como el más apropiado en la clasificación.

Competencia: esquemas necesarios para la comprensión de las ciencias	
Conservación	2A. Concreto inicial. El sujeto acepta que la cantidad de sustancia no cambia, pero aún cree que el peso y el volumen sí lo hacen, excepto en situaciones muy sencillas.
	2B. Concreto avanzado. Admite la conservación del peso aun cuando las dimensiones del cuerpo se cambien. El volumen se conserva si el cuerpo al que se refiere es visible, pero no si se disuelve.
	3A. Formal inicial. Admite todas las conservaciones. Ahora comprende cómo el volumen de objetos de forma no regular puede ser determinado por el desplazamiento del agua. Noción de sustancia pura, que se conserva aunque sea mezclada con otras sustancias (puras). Se da cuenta de que el volumen del líquido desplazado por un cuerpo <i>no</i> depende de su peso.
Destrezas para la medida	2A. Concreto inicial. Calcula las medidas comparando el principio y el fin de un objeto o trayectoria por medio de una regla de números enteros simples.
	2B. Concreto avanzado. Uso de diagramas e histogramas; idea de la <i>media</i> como el centro de un histograma, y de la variación como su amplitud. Relaciones gráficas de ecuaciones de primer grado. Interpretación de gráficas en las que existe una correspondencia 1/1 con el objeto representado.
	3A. Formal inicial. Interpretación de relaciones gráficas de orden superior, y uso de expresiones algebraicas para el cálculo de la presión de los gases. Puede hacer interpretaciones de las relaciones <i>entre</i> variables de una gráfica.

Taxonomía en relación con los contenidos de la asignatura.

Noción	Concreto inicial	Concreto avanzado	Formal inicial
Disoluciones	La sal o el azúcar se disuelven en el agua. La masa de la sustancia disuelta se conserva, pero su volumen no. Para el niño del nivel preoperatorio la sustancia disuelta simplemente desaparece.	El proceso se entiende como reversible	Las partículas se entremezclan, pero permanecen "igual" de tal forma que cada una conserva su volumen, su peso y sus propiedades químicas.
Flotación y densidad	En este nivel la masa, el volumen y la densidad están todavía <i>entremezclados</i> en un concepto global de «pesadez»; el sujeto sabe que la madera flotará y el hierro se hundirá, pero, al no tener una explicación general, solo puede aprender hechos individualizados sobre determinados materiales.	Las teorías específicas de la flotación serán comprobadas, y el peso se diferenciará de la masa como una variable. El volumen será solo parcialmente conceptualizado y, por tanto, la relación peso/volumen no se usará aún como un instrumento explicativo. La distinta «pesadez» de los materiales se distinguirá del «tamaño».	El volumen es conceptualizado y el desplazamiento es considerado en función del volumen, no del peso. La relación peso/volumen se utilizará para generar hipótesis sobre el problema de la flotación. No llega a una completa solución del problema, incluyendo la densidad del líquido, pero puede aprender algunas reglas sobre la densidad relativa.

Noción	Concreto inicial	Concreto avanzado	Formal inicial
Fuerza y presión	<p>Presión=fuerza. Efecto de “tacón muy fino”. El efecto de una fuerza es mayor si actúa sobre una superficie más delgada. ·Fuerza” es un concepto que está ordenado comparativamente: <i>“esto es más grande que aquello”</i>.</p>	<p>La fuerza en los líquidos es mayor a mayor profundidad. El vacío se considera como una fuerza negativa. El aire ejerce una fuerza global. La fuerza puede ser dividida, por ejemplo, cuando un peso de 1 k se hace descender por medio de varios bloques de 1 cm³. La palabra “presión” puede usarse, pero aún dándole el sentido operativo de “fuerza”-</p>	<p>Distingue la fuerza de la presión. La presión se considera como la fuerza por unidad de área. La presión en un gas o en un líquido es la misma en todas direcciones</p>
Velocidad y aceleración	<p>Noción intuitiva de velocidad, pero no hay diferenciación entre velocidad y posición relativa. Por tanto, tenderá a considerar más rápido a aquel que llega primero.</p>	<p>La velocidad como una relación entre distancia y tiempo (metros por segundo, km por hora). De aquí que se comparen las velocidades por las distancias recorridas en el mismo tiempo. Noción intuitiva de aceleración.</p>	<p>La aceleración concebida como una medida del cambio de velocidad. Por tanto los experimentos con el ticómetro en el plano inclinado comienzan a tener sentido. Puede usar ecuaciones de segundo grado en las que interviene la aceleración si se les da resuelto el algoritmo.</p>
Teoría cinética	<p>No es posible</p>	<p>No es posible</p>	<p>La teoría se utiliza para explicar fenómenos pero solamente a través de relaciones simples. Por ejemplo, si las partículas vibran más deprisa las moléculas se separan y el sólido se dilata.</p>
Cambios de estado. Teoría cinética	<p>Se usan informaciones parciales, como un sólido <i>«se convierte en líquido»</i>, o un líquido <i>«se convierte en vapor»</i>.</p>	<p>El hielo se convierte en agua; el humo se convierte en vapor. Cada uno de estos procesos puede volverse atrás por enfriamiento. El calor causa la fusión y el enfriamiento la solidificación. Imagen muy simple de teoría cinética que representa las moléculas muy juntas o muy separadas, pero no se sabe aplicar a la realidad.</p>	<p>Con la ayuda de alguien que le oriente, el sujeto puede aplicar la teoría cinética a la realidad y deducir que todos los materiales podrían existir como sólidos, líquidos o gases, dependiendo del estado de sus partículas. La licuefacción significa que todas las partículas se mueven con más rapidez y así pueden cambiar su posición. Se puede medir la cantidad de energía necesaria para hacer esto, por ejemplo, con un calorímetro</p>

Noción	Concreto inicial	Concreto avanzado	Formal inicial
Elementos y teoría de partículas	Puede realizar ejercicios rutinarios de purificación, pero entendiéndolos como algo mágico, no analíticamente. No tiene un sentido real del significado de elemento.	Noción de sustancia pura y de purificación como algo aprendido rutinariamente. El elemento como una sustancia que nadie ha podido descomponer en algo más simple. Con alguna orientación, puede ordenar las propiedades de los elementos y, por tanto, formar "familias" de elementos	Los átomos tienen una estructura. El elemento entendido como una sustancia de una clase de átomos, o como un simple modelo "con todas las bolitas rojas". La pureza es entendida en ese mismo sentido. Sabe que es imposible obtener una pureza del 100%, pero no entiende la escala de números implicados. La Tabla Periódica es conceptualizada como una colección de "familias" de elementos; entiende los ejemplos más sencillos de variación gradual de propiedades.
Compuestos, reacciones y su representación química	Usa los nombres, pero solo asociativamente. No es capaz de dar contenido a una fórmula química.	Puede representar mediante sus nombres una reacción química o recordar la composición de una sustancia. Por ejemplo, el agua está formada por hidrógeno y oxígeno, y producirá hidrógeno y oxígeno. Pero ello no implica entender lo que sucede mientras ocurre la reacción.	Puede llegar a entender la conservación de los elementos en una reacción de intercambio, teniendo por primera vez una noción de reacción química. Puede entender las ecuaciones químicas y cómo representarlas, pero no usarlas para realizar cálculos.
Química orgánica	No es posible	Nombres de compuestos simples, y descripción de sus propiedades físicas.	Clasificación de algunas familias simples en términos de su grupo funcional común. La ausencia de las más elementales reglas de la química iónica da lugar a confusión
Potencia y energía	No es posible	Trabajo es energía gastada. Existen muchas fuentes de energía. La potencia puede diferenciarse del trabajo. Los tres conceptos son aún intuitivos y antropomórficos.	El trabajo como producto fuerza por distancia. La energía cinética se define como $\frac{1}{2} m \cdot v^2$, de donde se pueden deducir las distancias requeridas para parar un coche a distintas velocidades. La energía eléctrica se ve como el producto de $V \cdot I \cdot t$. La potencia como el trabajo realizado en la unidad de tiempo. Energía calorífica como calorías.

Noción	Concreto inicial	Concreto avanzado	Formal inicial
Electricidad	<p>Las bombillas se encienden cuando están conectadas a las baterías. Una bombilla muy luminosa tiene más energía que otra con menos luz. Es posible que internalice el modelo de corriente eléctrica como de una sola conexión. No relaciona el potencial con la distribución de corriente.</p>	<p>Puede usar el voltaje como una medida global de las fuerzas eléctricas. Aunque es capaz de interpretar las lecturas de un amperímetro como medidas de electricidad, el concepto de corriente tiende a confundirse con el de voltaje y, por tanto, da una explicación de "voltaje" a los efectos de la corriente.</p>	<p>Noción de resistencia como la razón V/I. Puede usar un modelo de "fluido" de corriente eléctrica y con él predecir las propiedades de los circuitos, por ejemplo, cuando la polaridad de algunas de las baterías se cambia, o cuando se pasa de baterías en serie a baterías en paralelo. Dibuja circuitos en términos de un modelo consistente de doble conexión. Por ejemplo, se dará cuenta de que una bombilla debe tener un segundo punto de conexión con el filamento.</p>
Calor y temperatura	<p>No hace distinción entre calor y temperatura. La temperatura es un concepto cualitativo del calor y el frío.</p>	<p>Conceptualiza bastante bien la temperatura como una ordenación lineal del "grado de calor" con una serie de líneas numeradas en relación 1:1. Pero la cantidad de calor está aún imperfectamente conceptualizada y frecuentemente se confunde con la temperatura. La cantidad de calor depende de la masa del objeto caliente.</p>	<p>Modelo "calórico" para la relación calor/temperatura, y los cálculos matemáticos implícitos. Acepta la Teoría Cinética como algo que explica fenómenos particulares, pero no llega a integrarla con el modelo calor/temperatura.</p>
Termodinámica	No es posible	No es posible	<p>La conservación de la energía como un concepto aprendido. El equivalente mecánico del calor como un hecho aprendido.</p>
La luz	No es posible	<p>Puede usar un modelo de propagación lineal (línea recta) para "explicar" la reflexión en un espejo plano. "Cuanto más pequeño sea el ángulo de entrada más pequeño será el ángulo de salida". Las sombras son más largas cuanto más cerca de la luz esta el objeto.</p>	<p>Puede usar las leyes de las lentes para tratar imágenes reales (modelo de propagación lineal). Se siente incómodo con el modelo de ondas, ya que los fenómenos de la luz no parecen relacionados directamente con las propiedades del modelo. La relación longitud de onda/frecuencia como un algoritmo para hacer cálculos. La luz como parte del espectro EM.</p>

Actividad 1.2

Interpretar las características de las ideas previas sobre un tópico científico descritas en un artículo de investigación

Se proporcionará artículo a través del Tablón de Docencia de la UGR.

Actividad 1.3

Leer un texto del libro de Primaria y elaborar un mapa conceptual

Todos los grupos deben elaborar el mapa conceptual basándose en el mismo texto. Finalmente, se compararán los trabajos de todos los grupos.

Actividad 1.4

Comparar los modelos anteriores con el que subyace en el libro de texto base y en el libro del profesor

Para esta actividad se proporcionará un artículo sobre análisis secuencial de textos escolares, cuyas pautas se seguirán para la realización de la misma.

Jiménez, J. D. y Perales, F.J. (2001). Aplicación del Análisis secuencial al estudio del texto escrito y las ilustraciones de los libros de Física y Química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), pp. 3-19.

Actividad 2.1

Cuestionario de ideas previas. La materia y sus transformaciones

Una vez revisadas las ideas previas, las vuestras y las diagnosticadas en alumnado de Educación Primaria y Secundaria, reflexionad y responded a las siguientes preguntas (en pequeños grupos):

- ✓ ¿Qué conclusiones podemos sacar?
- ✓ ¿Influye el sistema educativo a la hora de provocar cambios conceptuales permanentes en las mentes de los alumnos?
- ✓ Entonces, ¿cómo podría plantearse el docente el fomento de aprendizajes significativos en su alumnado?

Actividad 2.2

Los mapas conceptuales

El uso de mapas conceptuales es un buen recurso para la organización de contenidos. Además, son herramientas muy útiles para el diseño de actividades de desarrollo o de evaluación. Sin embargo, su uso en las aulas no es muy frecuente. En esta actividad se os propone la realización de un mapa conceptual sobre las características y propiedades del agua. Debéis afrontar, en pequeños grupos, las siguientes tareas:

1. Leer tranquilamente el texto que se proporciona más adelante sobre las propiedades y características del agua.
2. Elaborar un listado de los conceptos que consideréis más importantes.
3. Organizarlos en un mapa conceptual.
4. Enumerar, por ciclos, los contenidos mínimos que se han de trabajar en Educación Primaria en relación con el agua.
5. Adaptar el mapa conceptual a cada uno de los ciclos.
6. Proponer una actividad basada en el uso de estos mapas conceptuales.

Finalmente, se comentarán los resultados de los distintos grupos, prestando atención a las dificultades que se han encontrado durante la realización de la actividad.

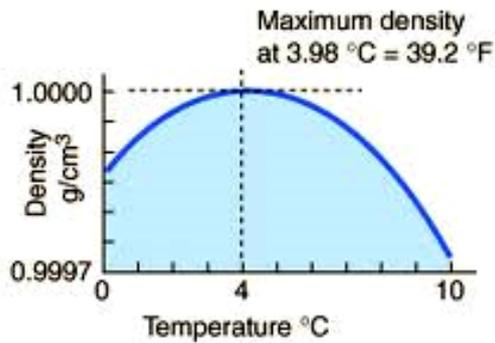
El agua. Una sustancia asombrosa

Aunque el agua sea una sustancia muy abundante y te parezca tan familiar, tiene unas propiedades muy peculiares que la hacen única. Destacamos para ello las siguientes:

SU DILATACIÓN ES ANÓMALA

En general, cuando un líquido se calienta se dilata y, por tanto, disminuye su densidad; cuando se enfría ocurre lo contrario. El agua no se comporta así:

- ✓ Al calentarla, entre 0 °C y 4 °C se contrae y, por tanto, aumenta su densidad (gráfica inferior izquierda). El agua alcanza su densidad máxima a 4 °C. Solo a partir de entonces cumple la regla general. Al ser más densa, el agua a 4 °C se desplaza hacia el fondo. Por eso, en invierno, aunque la temperatura de una masa de agua sea muy baja, el fondo estará próximo a los 4 °C, temperatura a la que viven perfectamente un gran número de especies, lo que ha permitido su evolución.
- ✓ Cuando se enfría y se congela, el sólido que resulta (el hielo) ocupa un volumen mayor que el líquido del que proviene. Esto se debe a que, al solidificarse, las moléculas de agua se ordenan formando hexágonos, que dejan muchos huecos entre unas moléculas y otras (imagen inferior derecha). Por tanto, al solidificarse, el agua disminuye su densidad. Como consecuencia, el hielo flota en el agua líquida.



Densidad del agua en función de la temperatura



Estructura hexagonal, poco compacta, de baja densidad, en que cristaliza el hielo

TIENE UN GRAN PODER DISOLVENTE

El agua es capaz de disolver más sustancias que cualquier otro líquido. Exceptuando las sustancias oleaginosas (grasas, aceites, ceras...), puede decirse que disuelve a todas las demás, en mayor o menor proporción. Por ejemplo: sólidos, como los minerales de las rocas; líquidos, como el alcohol; y gases, como el oxígeno o el dióxido de carbono de la atmósfera.

Gracias a esto, los seres acuáticos pueden utilizar todas estas sustancias disueltas en sus procesos vitales (respiración, fotosíntesis...). También interviene, directa o indirectamente, en todas las reacciones químicas que se producen en los seres vivos.

El gran poder disolvente del agua hace que sea difícil encontrar agua pura en la naturaleza; lo normal es que contenga sustancias en disolución. Así, cada Kg de agua de mar contiene 965 g de agua, 19,35 g de cloro, 10,76 g de sodio, 2,71 g de sulfatos, 1,29 g de magnesio y 0,88 g de calcio, potasio, bicarbonatos, bromo, estroncio, boro y flúor.

SUS PROPIEDADES TÉRMICAS

A diferencia de otras sustancias, como los metales, que se calientan y se enfrían con facilidad, el agua tiene una gran resistencia a variar su temperatura. Es decir, necesita recibir mucha energía para aumentar su temperatura y cederá también mucha cuando esta disminuya. **El agua es una de las sustancias que más calor necesita para que su temperatura aumente;** decimos que tiene un *calor específico* muy alto.

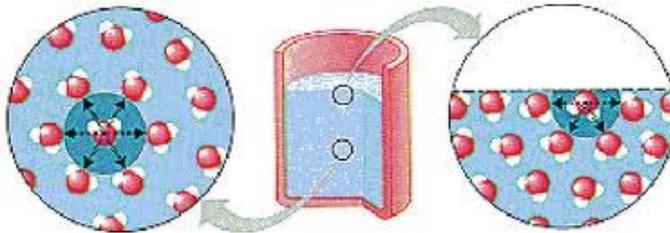
La enorme cantidad de agua contenida en los mares y océanos hace de termostato en la superficie terrestre. Así, en verano, el calor que recibimos del Sol es absorbido por el agua, y con ello su temperatura aumenta (pocos grados). En invierno, el agua cede esa enorme cantidad de energía acumulada a la atmósfera, suavizando la temperatura. La hidrosfera es un maravilloso regulador de temperatura.

En la siguiente tabla puedes consultar las propiedades físicas del agua.

Propiedades físicas del agua	
Punto de fusión	0 °C
Punto de ebullición	100 °C
Densidad máxima	1 g/cm ³
Temperatura de máxima densidad	4 °C
Calor específico	1 cal/g·°C
Calor de fusión	80 cal/g
Calor de vaporización	540 cal/g

TENSIÓN SUPERFICIAL

Otra propiedad del agua es que su superficie libre se comporta como una membrana elástica invisible. Este efecto es debido a que las moléculas de agua de la superficie se encuentran muy atraídas por las que están debajo, y se forma así una lámina tensa (imágenes inferiores).



Actividad 2.3

Leyes físicas de los dibujos animados



Los dibujos animados son un género televisivo en el que se transgreden continuamente las leyes de la Física. De hecho, existen unas “leyes físicas de los dibujos animados” que se cumplen en todas las historias del género y poco tienen que ver con las leyes de la naturaleza. Te presentamos a continuación estas “leyes físicas animadas”. **Críticalas** desde un punto de vista de las leyes de la Física. Si observas que alguno de los enunciados de estas leyes se parece al de una ley Física que conozcas, identifica esta última y establece las diferencias entre ambas.

Leyes

1. **Primera Ley.** Cualquier cuerpo suspendido en el espacio permanecerá en dicho estado hasta que sea consciente de su situación.
2. **Segunda Ley.** Cualquier cuerpo en movimiento tenderá a permanecer en movimiento hasta que un material sólido se interponga repentinamente.
3. **Tercera Ley.** Cualquier cuerpo que atraviese un material sólido dejará en el mismo un orificio ajustado a su perímetro.
4. **Cuarta Ley.** El tiempo que invierte un objeto en caer veinte pisos es mayor o igual que el tiempo que se tarda alguien en bajar por una cornisa exterior espiral con la intención de cogerlo intacto.
5. **Quinta Ley.** Todas las leyes de la gravedad se violan cuando hay sobresaltos.
6. **Sexta Ley.** Cuando la velocidad es grande los objetos pueden estar en varios lugares al mismo tiempo.
7. **Séptima Ley.** Algunos cuerpos pueden pasar a través de entradas pintadas en las paredes; otros no pueden hacerlo.
8. **Octava Ley.** Cualquier cambio violento en la materia es pasajero.
9. **Novena Ley.** Cualquier objeto cae más rápido que un yunque.
10. **Décima Ley.** Cada venganza tiene otra igual y opuesta.

Actividad 2.4

Las ecuaciones en física y su significado

Una ecuación es una expresión matemática que relaciona varias magnitudes (variables). Permite averiguar los valores de una magnitud conociendo los valores de las demás. Pero su utilidad no es sólo cuantitativa. Lo que muchas veces permanece oculto es que encierra relaciones de **proporcionalidad** entre las magnitudes. Y esto es algo que el profesor debe transmitir de modo preferente, pues así se resalta lo más conceptual de lo que se estudia y se pone freno a lo más operativo.

Recordemos que dos magnitudes, M_1 y M_2 , son *independientes* cuando al variar una (p.ej. M_1), la otra (M_2) no varía, permanece constante. Sin embargo, si al variar una (M_1) varía también la otra (M_2), se dice que M_2 *depende* de M_1 . Caben entonces diversas relaciones de proporcionalidad. Las más simples serían:

- M_2 es directamente proporcional a M_1 . Esto quiere decir que si M_1 se hace doble, M_2 se hace doble; y si M_1 se hace triple, M_2 se hace triple; etc.
- M_2 es inversamente proporcional a M_1 . Esto quiere decir que si M_1 se hace doble, M_2 se hace mitad ($1/2$); y si M_1 se hace triple, M_2 se hace la tercera parte ($1/3$); etc.
- Otra (de las muchas) relaciones puede ser: M_2 es directamente proporcional a M_1^2 . Esto quiere decir que si M_1 se hace doble, M_2 se hace 4 veces mayor ($2^2=4$); y si M_1 se hace triple, M_2 se hace 9 veces mayor ($3^2=9$); etc.

Vamos a estudiar las relaciones de proporcionalidad sobre el ejemplo de la ecuación de la densidad: $d = m/V$. Se estudia sucesivamente la relación entre dos de las magnitudes y si hay tres, como en este caso, se hace constante la tercera.

- Relación **d-m**. Para un mismo volumen, si la masa se hace doble, la densidad se hace doble. Esto es así porque al duplicarse **m**, numerador de la fracción (y $V=cte$), el valor de ésta, **d**, se duplica. Por tanto, **d** y **m** guardan una relación de proporcionalidad directa.
- Relación **d-V**. Si una misma masa, está repartida en un volumen doble, la densidad se hace mitad. Esto es así porque al duplicarse **V**, denominador de la fracción (y $m=cte$), el valor de ésta, **d**, se rebaja a la mitad. Por tanto, **d** y **V** guardan una relación de proporcionalidad inversa.
- Relación **V-m**. Para un mismo cuerpo (es decir, misma densidad), si un trozo tiene un volumen doble, su masa será doble. Esto es así porque al duplicarse **V**, para que el valor de la fracción, **d**, se mantenga constante, **m** ha de duplicarse. Por tanto, **V** y **m** guardan una relación de proporcionalidad directa.

Entendido lo anterior, estudia y discute las siguientes ecuaciones que hemos visto, o vamos a ver, en la asignatura:

- 1) $e_c = A \cdot T$ ($A=cte$, t^a cinética);
- 2) $f = m \cdot a$ (2^a ley de Newton);
- 3) $I = V/R$ (ley de Ohm)

Actividad 2.5

Una analogía para teoría atómica y formulación

Uno de los recursos que se suelen utilizar en las aulas de ciencias son las analogías. Además de ser útiles para aclarar conceptos e introducir nuevas ideas haciéndolas asequibles al alumnado, constituyen una buena estrategia para que adquieran habilidades relacionadas con los procesos de modelización.

Las analogías son comparaciones entre fenómenos que mantienen una cierta semejanza a nivel funcional o estructural. Se utilizan para comprender situaciones nuevas ante las cuales no se dispone de un bagaje previo de experiencias y/o de conocimientos suficientemente estructurados que permitan llevar a cabo un aprendizaje significativo. Sobre todo, se emplean para comprender nociones abstractas o poco familiares, a través de otras ya conocidas que son más accesibles a nuestros sentidos y a nuestras experiencias.

Desde un punto de vista educativo, sirven para ayudar a comprender una determinada noción o fenómeno, que se denomina *objeto*, *problema* o *blanco*, a través de las relaciones que establece con un sistema *análogo* –al que también se denomina *ancla*, *base* o *fuentes*– y que resulta para el alumno más conocido y familiar.

La utilidad de las analogías para la enseñanza de las ciencias ha sido una cuestión discutida en las últimas décadas. Bastantes docentes reconocen que suelen formar parte del repertorio habitual de recursos que utilizan a la hora de explicar ciencias, pero también surgen dificultades debido al uso de las analogías que se emplean habitualmente en las clases. Así, podemos destacar:

- ✓ A veces el análogo no es suficientemente familiar e incluso en ocasiones resulta tan complejo o más aún que el blanco.
- ✓ Normalmente la analogía se presenta como algo ya hecho y acabado que debe resultar evidente y convincente para el alumnado.
- ✓ El aprendizaje de la analogía se concibe como un fin en sí mismo, olvidándose que sólo es un instrumento para la construcción de un modelo.

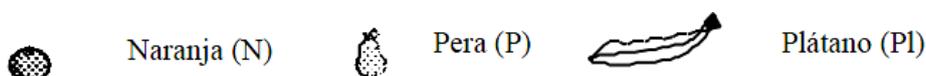
Para asegurar la utilidad de las analogías como recurso de E/A se establecen los siguientes criterios de selección:

- ✓ El análogo debe ser más accesible que el objeto, en el sentido de que debe hacer referencia a una situación más cotidiana y, por tanto, con la que los alumnos se encuentren más familiarizados.
- ✓ La analogía debe ser concreta y, en consecuencia, debe ser susceptible de presentarse a través de una imagen o de algo que sea tangible.
- ✓ El análogo empleado debe simplificarse en lo posible.
- ✓ La semejanza entre los fenómenos que se comparan no debe ser ni demasiado grande ni demasiado pequeña.
- ✓ Se debe evitar el empleo de análogos en los que los alumnos dispongan de concepciones alternativas y también de aquéllos hacia los que éstos pudieran presentar actitudes poco favorables.
- ✓ El alumnado debe tener un papel activo en la construcción de las analogías.

- ✓ Se han de comentar las limitaciones que presentan algunas de las comparaciones entre el análogo y el blanco.

Las analogías son, en definitiva, un buen recurso para la E/A de las ciencias que debe conocer el profesorado, junto con los criterios de selección y uso en el aula. Para que puedas comprobarlo, te proponemos la siguiente actividad en la que, mediante una analogía con fruteros y piezas de fruta, se facilita la comprensión de la formulación química.

1. Las sustancias puras están formadas por un solo tipo de molécula. Una molécula es una agrupación de átomos. La fórmula de una sustancia indica el tipo y número de átomos que constituye la molécula. La composición de cada molécula se representa de forma parecida a cómo se podría representar mediante símbolos el contenido de un frutero:



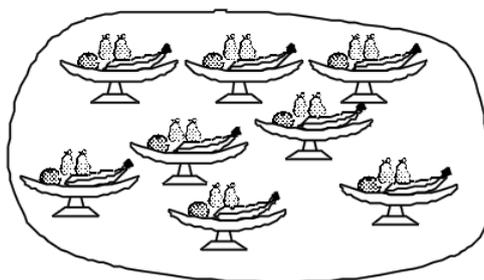
Utilizando los símbolos correspondientes a cada una de las frutas representa mediante una fórmula la composición de cada frutero:



2. Indica ahora el contenido de algunos fruteros que alguien representase mediante fórmulas: a) P_2N_3 b) Pl_2N c) PN_3Pl

3. Indica algunas semejanzas que encuentres entre fruteros y moléculas. A partir de aquéllas dibuja las moléculas que representan las siguientes fórmulas: H_2O (agua), CO_2 (dióxido de carbono), NH_3 (amoníaco), $C_6H_{12}O_6$ (glucosa).

4. El sistema de la figura puede representarse mediante la fórmula P_2NPl , que es la composición de cada uno de los fruteros.



Indica algunas diferencias que encuentres entre fruteros y moléculas y entre la composición del conjunto de fruteros y la composición de las sustancias puras.

5. Utilizando ahora garbanzos (O), lentejas (H) y habichuelas (N) construye las moléculas de: agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), amoníaco (NH_3), oxígeno (O_2) y metano (CH_4).

Actividad 2.6

Evaluación y calificación

Una de las tareas a las que tendrás que enfrentarte en tu futuro profesional como docente de ciencias es la evaluación de las respuestas que obtengas de tus estudiantes a las actividades que plantees, y de ellas intentar identificar sus concepciones alternativas.

Se te ofrecen a continuación las respuestas que han dado dos estudiantes a preguntas relacionadas con cambios químicos. En pequeños grupos, evalúadlas, califícadlas y extraed de ellas las concepciones alternativas de estos estudiantes (básate en las que has estudiado en la actividad 2.1).

✓ **Pregunta 1.** Clasifica los siguientes cambios en fenómenos físicos y químicos: a) piedra cayendo; b) tostada que se quema; c) zumo de uva que se convierte en vino; d) congelación del agua; e) evaporación del alcohol; f) leche que se agria; g) lejía blanqueando un vestido; h) disolver sal en agua; i) ebullición del agua; j) quemar un trozo de papel.

➤ **Respuestas**

- Estudiante 1. Fenómenos físicos: a, d, e, h, i. Fenómenos químicos: b, c, f, g, j.
- Estudiante 2. Fenómenos físicos: a, d, e, g, h. Fenómenos químicos: b, c, f, i, j.

✓ **Pregunta 2.** Quemamos un trozo de papel en el interior de un recipiente cerrado. El papel empieza a arder pero al cabo de unos segundos se apaga. ¿Pesará lo mismo el recipiente al final? Explica la respuesta.

➤ **Respuestas**

- Estudiante 1. No, al final pesará menos. Parte del papel se ha quemado y transformado en cenizas que pesan menos.
- Estudiante 2. Al final pesa menos ya que el papel desaparece y se convierte en gases. Los gases no pesan.

Para la evaluación de estas respuestas revisad los criterios de evaluación del Real Decreto 1513/2006. La calificación, por su parte, exige la decisión de criterios determinados que tendréis que explicitar.

Para finalizar, se hará una puesta en común de las conclusiones de los distintos grupos.

Actividad 3.1

Cuestionario de ideas previas. La energía y sus transferencias

Una vez revisadas nuestras propias concepciones a nivel de clase y las diagnosticadas por otros investigadores en alumnos con edades comprendidas entre los 6 y 16 años, reflexiona y responde a estas preguntas:

- ✓ ¿Qué conclusiones podemos sacar?
- ✓ ¿Influye el sistema educativo a la hora de provocar cambios conceptuales permanentes en las mentes de los alumnos?
- ✓ ¿Cómo podría entonces plantearse el profesor el fomento de aprendizajes significativos en sus alumnos?

Actividad 3.2

La metáfora de Daniel “el Travieso”

Como muestra de la dificultad que a los científicos les presenta conceptualizar el término de energía, vamos a referirnos a una analogía que propuso R. Feynman¹⁷, premio Nobel de Física, y que denominó como la *Metáfora de Daniel “el Travieso”*. Vamos a leerla en clase con atención y reflexionaremos al final respondiendo a las preguntas que se proponen.

... Hay un hecho, o si se prefiere, una ley que gobierna todos los fenómenos naturales conocidos hasta la fecha. No se conoce excepción a esta ley -es exacta hasta donde sabemos-. La ley se llama "conservación de la energía". Establece que hay cierta cantidad que llamamos energía, que no cambia en los múltiples cambios que ocurren en la Naturaleza. Esta es una idea muy abstracta, porque es un principio matemático; significa que hay una cantidad numérica que no cambia cuando algo ocurre. No es la descripción de un mecanismo, o de algo concreto; ciertamente es un hecho raro que podamos calcular cierto número y que cuando terminemos de observar, que la Naturaleza haga sus trucos, y calculemos el número otra vez, éste será el mismo. (Algo así como un alfil en un cuadro negro, que después de cierto número de movimientos -cuyos detalles son desconocidos- queda en el mismo cuadro. Es una ley de esta naturaleza). Puesto que ésta es una idea abstracta, ilustraremos su significado mediante una analogía.

Feynman propone esta ingeniosa analogía acerca de lo que sería la energía, muy interesante desde el punto de vista didáctico, y que transcribimos parcialmente por razones de espacio.

Imaginemos un niño, tal vez "Daniel el travieso", que tiene unos bloques que son absolutamente indestructibles, que no pueden dividirse en partes. Cada uno es igual al otro.



Supongamos que tiene 28 bloques. Su madre lo coloca con los 28 bloques en su habitación al comenzar el día. Al final del día, por curiosidad, ella cuenta los bloques con mucho cuidado, y descubre una ley fenomenal -haga lo que haga con los bloques, ¡siempre quedan 28!. Esto continúa durante varios días, hasta que un día sólo aparecen 27 bloques, pero una pequeña investigación demuestra que hay uno bajo la alfombra -ella debe mirar por todas partes para estar segura que el número de bloques no ha cambiado-. Un día, sin embargo, el número parece cambiar -hay sólo 26 bloques-. Una cuidadosa investigación indica que la ventana estaba abierta, y al mirar hacia fuera se encontraron los

otros dos bloques. Otro día, una cuidadosa cuenta indica que ¡hay 30 bloques!. Esto causa una gran consternación, hasta que se sabe que Bruce vino a visitarlo, trayendo sus bloques consigo y quedaron unos pocos en la casa de Daniel. Después de separar los bloques adicionales cierra la ventana, no deja entrar a Bruce, y entonces todo anda bien hasta que una vez encuentra sólo 25 bloques. Sin embargo, hay una caja de juguetes en la habitación, pero el niño le dice que no abra su caja de juguetes, y chillar. A la madre no le estaba permitido abrir la caja de juguetes. Como es extremadamente curiosa, y algo ingeniosa, inventa un ardid. Sabe que cada bloque pesa 100g, así que pesa la caja cuando ve 28 bloques y encuentra que pesa 500g. Enseguida desea comprobar, pesa la caja de nuevo, resta 500g y divide por 100.

¹⁷ R.P. Feynman, R.B. Leighton y M. Sands (1971). *Física (vol.1)*. (Fondo Educativo Interamericano: Bogotá).

Como vemos, la ingeniosa madre descubre ahora, después de constatar que siempre deben aparecer los 28 bloques, una ecuación matemática cuando los bloques puedan estar escondidos en la caja de juguetes. A continuación el autor pone a la madre en otra difícil situación, por lo que la madre llega a encontrar otra ecuación, de naturaleza distinta a la anterior, que le indica el número de bloques que pueden haber escondidos. Y continúa...

En el aumento gradual de la complejidad de su mundo, ella encuentra una serie completa de términos que representan modos de calcular cuántos bloques están en los lugares donde no le está permitido mirar. Como resultado, encuentra una fórmula compleja, una cantidad que debe ser calculada, que en su situación siempre permanece la misma.

¿Cuál es la analogía con la conservación de la energía? El más notable aspecto es que no hay bloques. La analogía tiene los siguientes puntos. Primero, cuando estamos calculando la energía, a veces algo de ella deja el sistema y se va, y a veces algo entra. Para verificar la conservación de la energía debemos tener cuidado de no agregar ni quitar nada. Segundo, la energía tiene un gran número de "formas" diferentes, y hay una fórmula para cada una. Estas son: energía gravitacional, energía cinética, energía elástica, energía eléctrica, energía química, energía radiante, energía nuclear, energía de la masa, etc. Si hacemos el total de las fórmulas para cada una de estas contribuciones, no cambiará a excepción de la energía que entra y que sale.

Es importante darse cuenta que en la Física actual no sabemos lo que es la energía. No tenemos un modelo de energía formado por pequeñas gotas de un tamaño definido. No es así. Sin embargo, hay fórmulas para calcular cierta cantidad de energía...

- ✓ ¿Qué conclusiones importantes podemos sacar de la analogía?
- ✓ ¿Podríamos ser menos pesimistas que el profesor Feynman y buscar alguna definición de energía? ¿Cuál se te ocurriría?
- ✓ ¿Qué otra analogía se te ocurriría para presentar al alumnado de E. Primaria en la que se planteara la generalidad del concepto y la particularidad de sus manifestaciones o presentaciones?

Actividad 3.3. Ciencia y futuro sostenible: Fuentes de energía y agotamiento de recursos.

Fuentes de energía

Renovable	No renovable
Hidráulica	Carbón
Eólica	Petróleo
Radiación solar	Gas natural
Biomasa	Nuclear
Mareomotriz	
Geotérmica	

Recuerda que una energía es renovable cuando su ritmo de consumo es menor o igual al de su regeneración. En este sentido decimos que son inagotables.

EL AGOTAMIENTO DE RECURSOS COMO DESAFÍO GLOBAL

La sociedad actual consume energía de un modo imparable. El 95% de la energía necesaria a nivel mundial se obtiene a partir de cinco fuentes de energía. Por orden, petróleo, carbón, gas natural, nuclear de fisión y energía hidráulica. Excepto esta última, las demás son no renovables y altamente contaminantes, pero, de momento, son las únicas que pueden responder a nuestras necesidades energéticas. Además, la electricidad se ha convertido en algo tan importante, que sin ella prácticamente todo quedaría paralizado.

Ha llegado a ser tan importante que, hoy día, el consumo de energía por habitante constituye uno de los indicadores más fiables del grado de desarrollo económico y de bienestar de una sociedad.



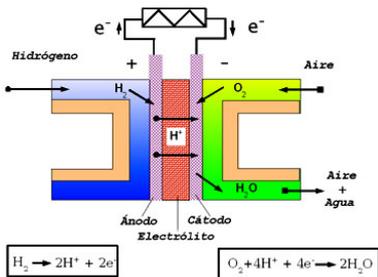
Bandera del Organismo Internacional de Energía Atómica. Su objetivo es que la energía nuclear no se utilice con fines militares, para lo que establece normas de seguridad nuclear y protección ambiental. El OIEA, tiene su sede en Viena, Austria, y cuenta con 144 estados miembros.

LA PROBLEMÁTICA

Actualmente, la quinta parte de la humanidad consume las cuatro quintas partes de la energía demandada, y el resto anhela su modelo de vida. En los próximos 20 años la población crecerá un 25% y la energía consumida lo hará en un 50%. ¿De dónde obtendremos tanta energía? La gestión que se haga en el presente debe evitar poner en riesgo las necesidades de las generaciones futuras. En este sentido, se habla de desarrollo sostenible.

Se estima que, al ritmo actual de consumo, no nos queda petróleo y carbón para mucho tiempo. ¿Qué haremos cuando se agoten? Gracias al desarrollo de la ciencia y la tecnología, comienza a ser factible el uso de energías renovables, que no contaminan (o lo hacen escasamente) e inagotables, pero por el momento no son suficientes para abastecernos.

Las pilas de combustible



En las pilas de combustible, o pilas de hidrógeno, se utiliza este gas para producir electricidad, obteniendo agua como producto de la reacción

POSIBLES ALTERNATIVAS

En un futuro próximo parece inevitable aumentar el uso de la energía nuclear de fisión. De forma controlada para fines pacíficos es, por el momento, una posibilidad nada despreciable. En un futuro más lejano, posiblemente se use la energía nuclear de fusión, que se está investigando en la actualidad.

Otra posibilidad, para mejorar la utilidad de las fuentes renovables, es el uso del hidrógeno como almacenamiento energético. Lo obtendríamos de la electrolisis del agua, utilizando la electricidad generada por las energías renovables discontinuas, y lo usaríamos como combustible de las pilas de hidrógeno, obteniendo agua como residuo de la reacción. No habría nada menos contaminante. Pero, hasta hoy, el almacenamiento y transporte del hidrógeno son problemas por resolver.

Para los vehículos de transporte, se podrían utilizar motores eléctricos alimentados por pilas de hidrógeno, o los biocombustibles (que hoy, dada su escasez, se mezclan con gasolinas o gasóleos). En su combustión se emite la misma cantidad de CO₂ que las plantas absorbieron en su crecimiento, con lo que no aumenta la concentración atmosférica de este gas de efecto invernadero. No obstante, generan otros problemas, como es de la deforestación para sembrar plantas utilizadas como fuentes de biocombustibles.

CENTRALES ELÉCTRICAS

La Asociación para el Estudio de los Recursos Energéticos (AEREN) comienza así su documento “Los retos energéticos del siglo XXI”:

«El siglo que acabamos de iniciar estará marcado por una trascendental transición energética. En los últimos 150 años, hemos explotado intensivamente los recursos energéticos fósiles (carbón, petróleo y gas natural) acumulados en tiempos prehistóricos, y sobre esta base energética hemos construido un modelo socioeconómico global basado en el crecimiento continuo del consumo material. En las últimas décadas, los consumos de energía y materias primas han aumentado exponencialmente, y pese a haber desarrollado otras fuentes de energía como la nuclear o las renovables (hídrica, solar o eólica) en la actualidad casi el 80% de la energía primaria consumida sigue proviniendo de los combustibles fósiles.»

Existen dos poderosas razones para pensar que en el s. XXI deberá producirse una transición hacia otras fuentes energéticas. En primer lugar, porque los recursos energéticos fósiles, con ser abundantes, son finitos, y su progresivo agotamiento no puede sino acelerarse, dado que todas las previsiones muestran escenarios de creciente demanda energética. En segundo lugar, porque las emisiones generadas por la combustión de los hidrocarburos fósiles aumentan el efecto invernadero y ponen en riesgo el equilibrio climático del planeta. Por todo ello, es cada vez más evidente que en los próximos años deberemos iniciar una transición hacia otros modelos basados en el uso mayoritario de las energías renovables.»

En el mismo documento, se nombra el **Protocolo de Uppsala**, que prevé no solo reducir las emisiones sino impulsar la simplicidad de nuestra vida, adaptándonos a las tasas de agotamiento de los combustibles, como medida indispensable para intentar evitar el gran colapso social que se avecina. Es un alegato para que las naciones dejen de seguir consumiendo lo que queda de petróleo sin orden ni concierto. Solo así se podrá evitar sucumbir a la evidencia geológica de un recurso que se agota.

Gráfica 1. Comparación de costes de generación de electricidad en distintas plantas de nueva construcción (Fuente: UNESA)

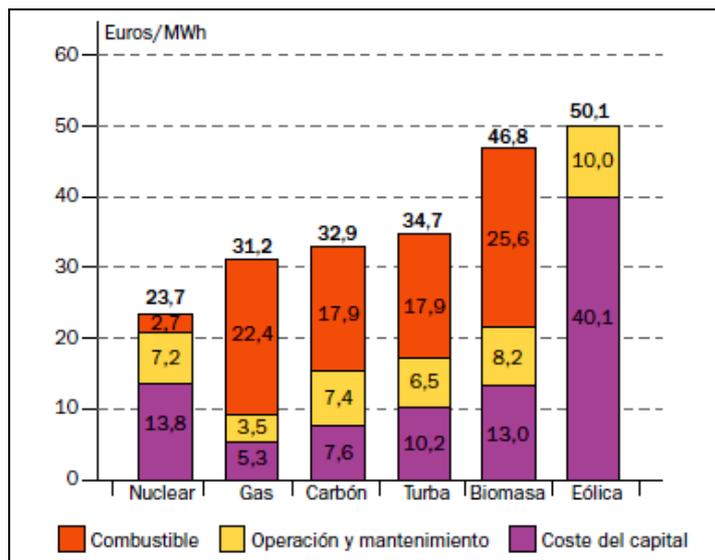
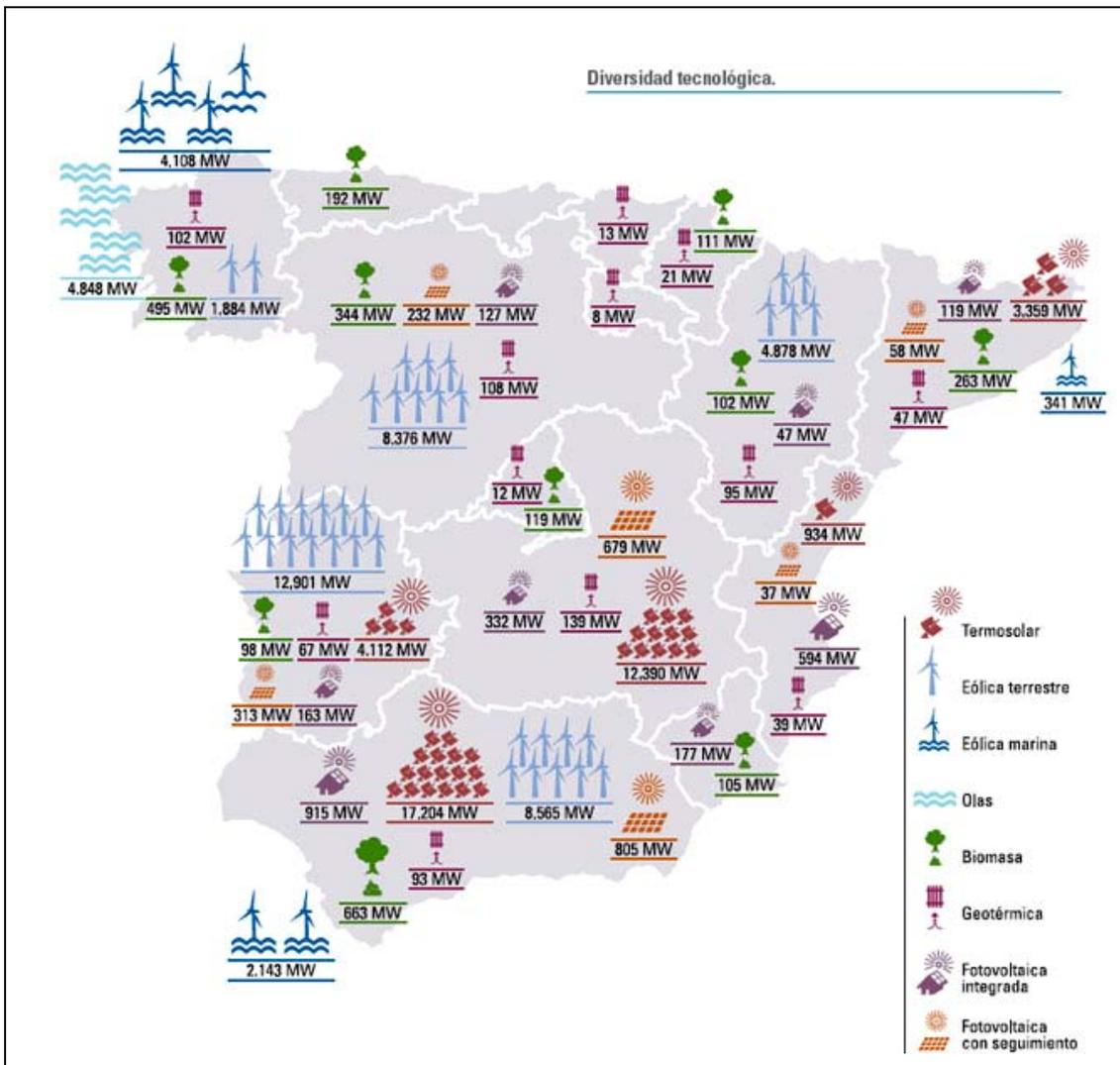


Figura 1. Propuesta de Greenpeace para una España de energías renovables en 2050



1. ¿Por qué se dice en el texto que el siglo XXI estará marcado por una trascendental transición energética?
2. Según el gráfico de UNESA (Gráfica 1), ¿cuál es la fuente de energía más barata? ¿Y por qué razón es la que menos se usa en España? En cuanto a la eólica, ¿por qué resulta tan costosa, si el viento es gratis?
3. ¿Pueden manipular la información las empresas eléctricas a la hora de condicionar a los gobiernos para la toma de decisiones e informar parcialmente al ciudadano para acercarlo a sus intereses? Sé crítico.
4. De las energías que aparecen en la Gráfica 1, ¿cuáles son renovables y cuáles no? Ordénalas en función de la relación entre gasto de construcción y el posterior de mantenimiento y combustible.
5. Greenpeace propone el uso exclusivo de energías renovables, pero con estas lo que obtenemos es electricidad. ¿Nos es suficiente con este tipo de energía?
6. ¿Es acorde la propuesta de Greenpeace (Figura 1) con el clima de tu región?
7. Sé creativo e innovador. Idea algún mecanismo mediante el cual se pudieran desplazar los coches y que fuera una alternativa al motor de combustión tradicional.

Actividad 3.4

Ciencia y futuro sostenible: Energía y contaminación

El principio de precaución

En el año 2000 se reunió en Niza el Consejo Europeo y se precisó el *principio de precaución*, que permite la adopción de medidas protectoras antes de contar con una prueba científica completa de un riesgo determinado.

Según este principio, cuando una evaluación, realizada sobre la base de datos disponibles, no permite concluir con certeza un cierto nivel de riesgo, las medidas de gestión se tomarán de acuerdo con la apreciación política que determine el nivel de protección buscado.

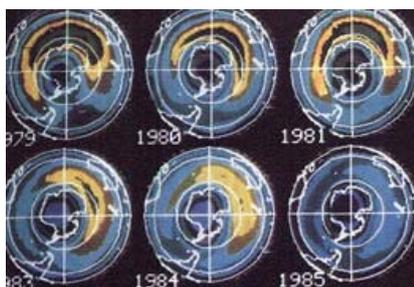
LA CONTAMINACIÓN COMO DESAFÍO GLOBAL

Podemos definir la contaminación como la presencia en el ambiente de cualquier agente, físico o químico, en concentraciones que puedan ser nocivas para la salud de las personas y los demás seres vivos. Se produce cuando se vierten sustancias tóxicas a la atmósfera, las tierras de labor, los ríos, o el mar, o cuando se alteran los equilibrios naturales.

La propia naturaleza (los volcanes) produce, ocasionalmente, importantes dosis de contaminación, pero son las actividades humanas, especialmente las agrícolas, comerciales e industriales, las que lo hacen de modo constante. La rápida expansión de la industrialización a casi todos los países del planeta está generalizando la contaminación a nivel planetario, lo que, de seguir así, acabará con las posibilidades de vida en nuestro mundo.

En los años 80 se detectó una grave disminución del grosor de la capa de ozono. En 1989 entró en vigor un tratado internacional, conocido como **Protocolo de Montreal**, organizado para proteger la capa de ozono mediante del control de producción de las sustancias responsables.

Los países industrializados dejaron de fabricar estas sustancias y, en 2006, la NASA anunció ya una clara recuperación del ozono estratosférico. Aunque puedan haber influido factores desconocidos, también lo ha hecho, sin duda, el cumplimiento de este acuerdo internacional.



Agujero de la capa de ozono

LAS SUSTANCIAS MÁS PROBLEMÁTICAS

Para las actividades agrícolas, utilizamos cantidades excesivas de fertilizantes, herbicidas, plaguicidas, etc., que finalmente llegan a las reservas de agua subterráneas. En cuanto a los residuos industriales, los peores son los gases sulfurosos, que originan la lluvia ácida, aunque también los jabones y detergentes así como los metales pesados, tienen un efecto muy negativo sobre las aguas.

Por otra parte, para todas nuestras actividades necesitamos energía, y casi toda la que utilizamos proviene de procesos de combustión. Cada año se queman en el mundo unos 9 000 millones de toneladas de carbón y petróleo, y vertemos a la atmósfera casi 32 000 millones de toneladas de CO₂. Aunque este gas de efecto invernadero no es un agente contaminante, puesto que forma parte de la atmósfera y participa en los ciclos naturales, su incremento constante acabará provocando un cambio climático, que parece haberse iniciado ya, y cuyas consecuencias son difícilmente previsibles.

POSIBLES ALTERNATIVAS

La mejor alternativa al problema planteado sería no contaminar, pero para ello habría que paralizar la industria a escala mundial, y esto es impensable. También podemos depurar las aguas, tratar y reciclar todos los residuos. Pero si unos países lo hacen y otros no, los productos de estos últimos serían más baratos, y arruinarían a los primeros.

Para la obtención de energía se pueden usar las energías renovables, pero esto también requiere una gran inversión económica en investigación y mejora de la tecnología, por lo que también debería hacerse a nivel mundial.

Aunque todos podemos y debemos poner de nuestra parte para paliar la contaminación, solo si se logran **acuerdos planetarios**, que todos los países se comprometan a cumplir, y lo hagan, la naturaleza quedaría a salvo. Este debería ser uno de los principales objetivos del proceso llamado **globalización**, cuyos principales intereses suelen ser comerciales.

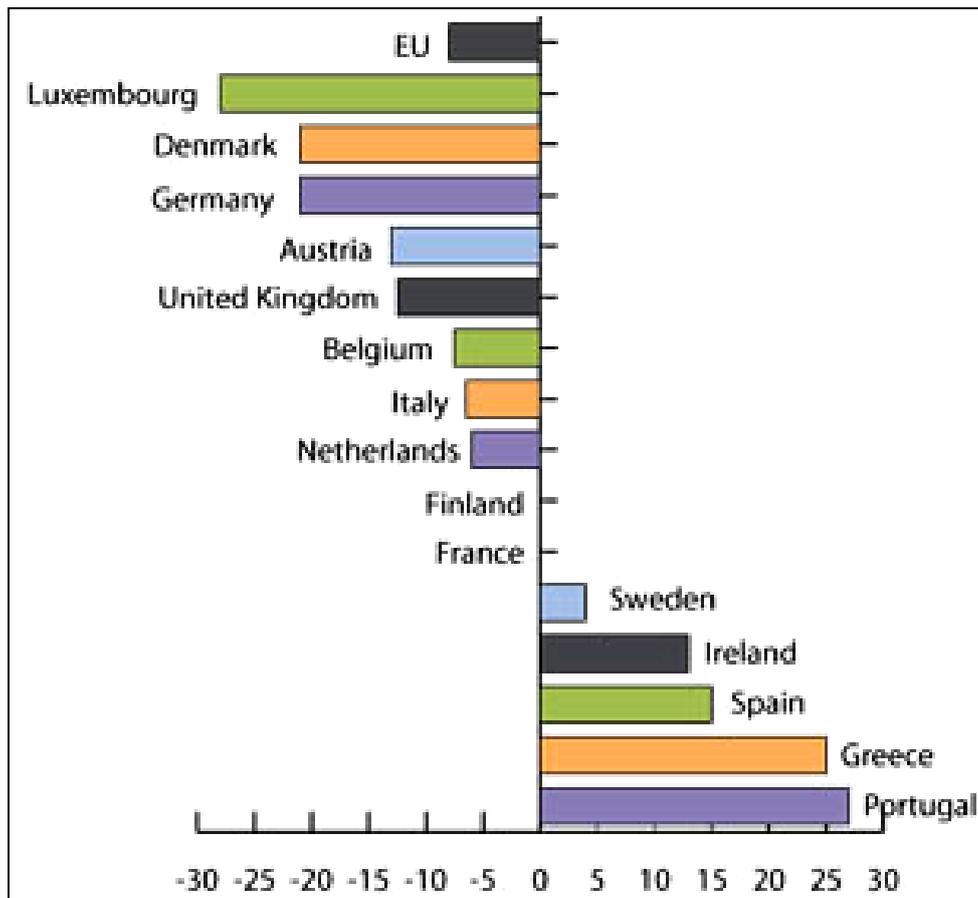
EL PROTOCOLO DE KIOTO

El **Protocolo de Kioto** es un acuerdo internacional, firmado en 1997, que trata de frenar el cambio climático. Uno de sus objetivos es contener las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI). Este acuerdo impone a 39 países que se consideran desarrollados (no afecta a los países en vías de desarrollo como Brasil, India o China) que, para 2012, hayan reducido la emisión de GEI respecto a la de 1990.

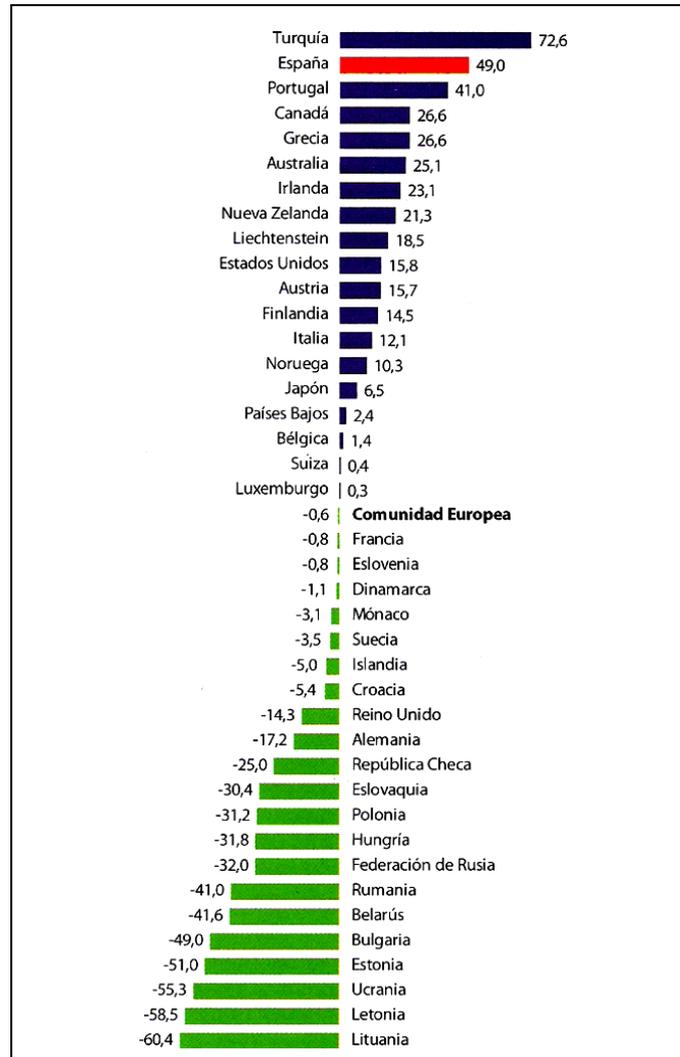
La Unión Europea tiene fijada una reducción del 8%, repartida entre sus países miembros, de modo que a España se le consentiría un aumento en sus emisiones del 15%. Pero en nuestro país no se tomaron medidas hasta 2004 y, hasta la fecha, nuestras emisiones han aumentado en un 53% y, muy posiblemente, deberá comprar derechos de emisión a otros países que han conseguido reducir sus emisiones más de lo fijado.

Estados Unidos es otro de los grandes protagonistas en el protocolo de Kioto. Aunque firmo el acuerdo en 1998, lo rechazó posteriormente. Se está estudiando la forma de que Estados Unidos, y otros países muy contaminantes en vías de desarrollo, firmen el acuerdo y reduzcan sus emisiones.

Gráfica 1. Objetivos y metas para la reducción (o aumento) de emisiones de GEI para los países de la Unión Europea y Estados Unidos



Gráfica 2. Cambios reales producidos en la emisión de GEI, 1990-2004, en los países desarrollados (en tanto por ciento)



1. El Protocolo de Kioto trata de frenar el cambio climático, y uno de los objetivos es disminuir las emisiones de GEI. ¿Qué tiene que ver el efecto invernadero con el cambio climático?
2. ¿Por qué crees que este protocolo solo afecta a los países más desarrollados?
3. Elabora una gráfica, del mismo tipo que las que te presentamos, representando la comparativa entre los objetivos de reducción o aumento de emisiones de GEI (Gráfica 1) con los cambios reales (Gráfica 2), para los países de la Unión Europea y para Estados Unidos.
4. En base a la gráfica de la cuestión anterior, ¿a qué países podrá comprar España los derechos de emisión?
5. Aunque el acuerdo se firmó en 1997 hay países, como España, que no tomaron medidas hasta muchos años después. Incluso algunos, como Estados Unidos, se negaron a firmarlo. ¿Qué opinas de estas actitudes? ¿Crees que se conseguirán los objetivos sin el apoyo de estos países?
6. Ante tales perspectivas, ¿Cómo ves el futuro de la humanidad? ¿Pesimista / Optimista?
7. Y para finalizar, ¿cómo encajas con nuestras actuaciones el conocido dicho masai: “los recursos que hoy disponemos son un legado que nos han dejado en herencia las generaciones futuras”?

Actividad 3.5. La electricidad en nuestra vivienda: El consumo de electrodomésticos y la factura eléctrica

Recuerda las expresiones y las unidades

Energía eléctrica

La energía es una medida de la cantidad de trabajo realizado. En el S.I. se mide en julios (J) y en el caso de la energía eléctrica podemos calcularla mediante la siguiente expresión $E = V \cdot I \cdot t$, donde “V” es el voltaje, “I” la intensidad de corriente y “t” el tiempo empleado en realizar el trabajo.

Potencia eléctrica

La potencia mide el trabajo realizado en la unidad de tiempo. En el S.I. se mide en vatios (W). Matemáticamente, $P = E/t = V \cdot I$.

De esta expresión obtenemos la unidad de energía comúnmente utilizada por las compañías eléctricas, el kilovatio-hora (kWh). Es la energía puesta en juego cuando un aparato de 1 kW de potencia funciona durante una hora.

Consumo eléctrico

Uno de los datos que siempre aparece en las características de los electrodomésticos es su potencia. Podemos calcular su consumo eléctrico (energía) sin más que multiplicarla (en kW) por el tiempo que esté funcionando (en horas). Lo obtendremos, de este modo, en kWh.

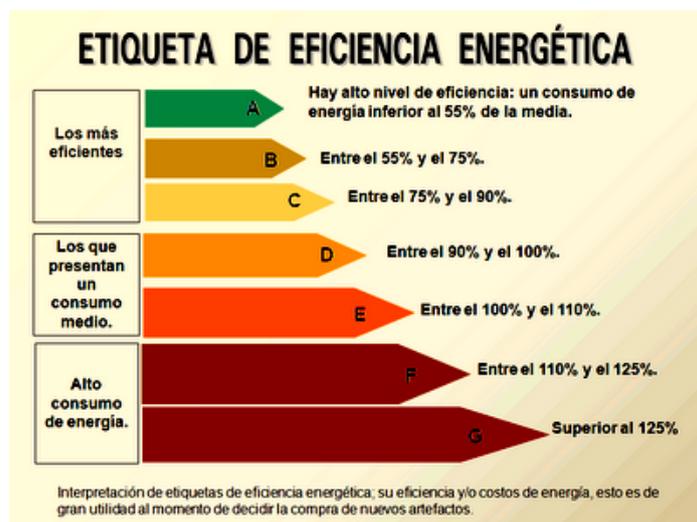
Para los cálculos de la factura eléctrica las compañías utilizan precisamente el kWh. Basta con saber su coste, que obtenemos de la factura, para calcular lo que supone, en €, el funcionamiento de cualquier electrodoméstico.

Las etiquetas de los electrodomésticos

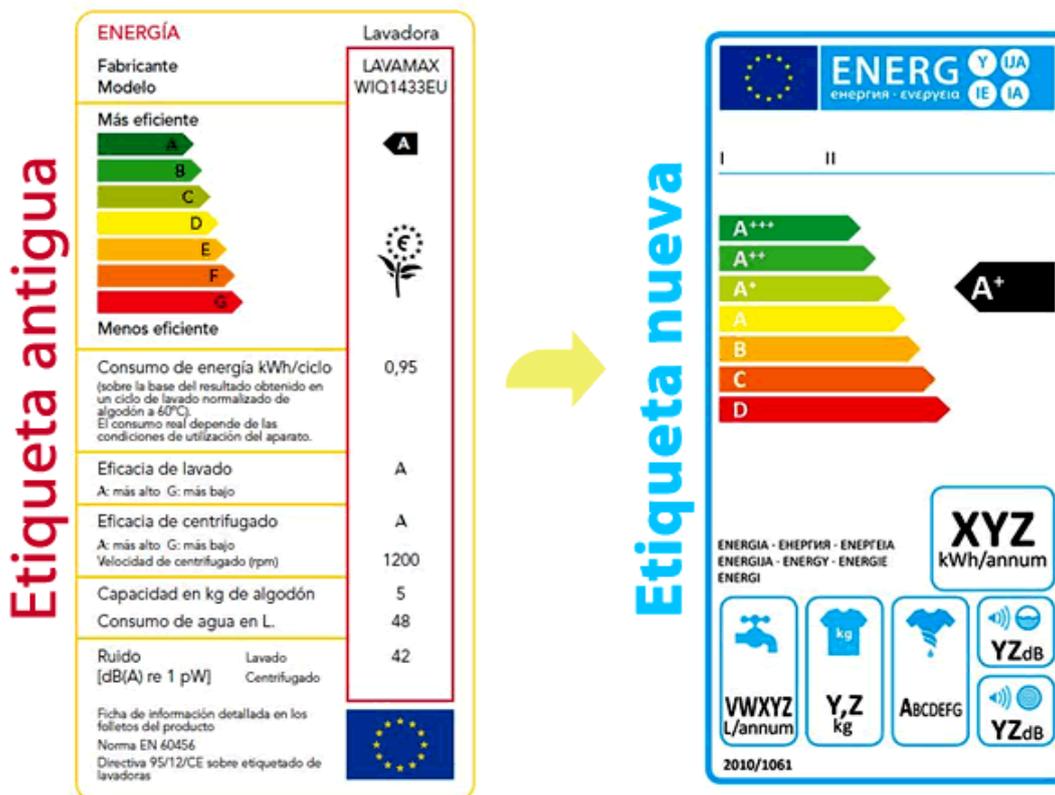
Todos los electrodomésticos tienen una etiqueta con sus características. Como ejemplo, te mostramos la de una lavadora:

Consumo energía kWh/ciclo <small>(Sobre la base del resultado obtenido en un ciclo de lavado normalizado de algodón a 60°)</small> <small>El consumo real depende de las condiciones de utilización del aparato y de su localización</small>	1.02
Eficacia de lavado <small>A más alto G más bajo</small>	A B C D E F G
Eficacia de centrifugado <small>A más alto G más bajo</small> Velocidad de centrifugado r.p.m.	A B C D E F G 1.000
Capacidad en kg de algodón Consumo de agua en l.	6 49
Ruido [dB(A) re 1 pW]	55
Lavado Centrifugado	70
Ficha de información detallada en	

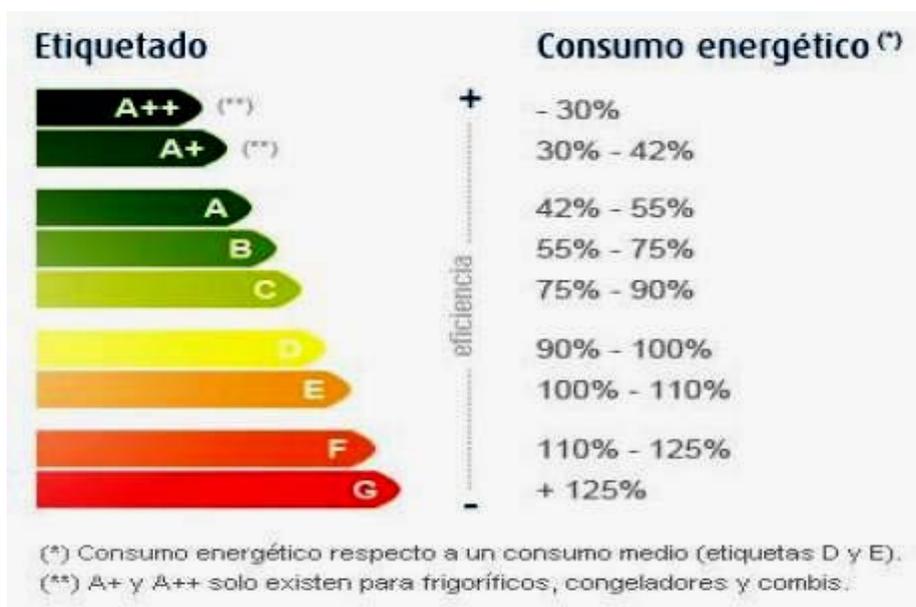
Como puedes observar, uno de los datos que se ofrecen es el consumo de energía en un ciclo de lavado determinado, en este caso 1,02 kWh. También se proporcionan datos de eficacia, en el caso anterior “A” para el lavado, y “B” para el centrifugado. La siguiente figura muestra el significado de estas letras.



Aunque antes cada fabricante puede utilizar el formato de etiqueta que desee, se está unificando para todos los electrodomésticos. Además, como se van mejorando en relación con su consumo energético, se van incluyendo nuevas categorías. En los electrodomésticos de la cocina y del cuidado de la ropa puedes encontrar alguna de estas, que se irán adaptando al resto de electrodomésticos del hogar:



En la siguiente figura puedes comprobar las características de las nuevas categorías.



En el resto de electrodomésticos, aunque no se utilice aún este modelo de etiqueta, siempre encontrarás una en la que aparecerá su potencia, dato que te servirá para calcular su consumo eléctrico.

Para iluminación se utilizan en la actualidad bombillas de bajo consumo, que suponen un ahorro considerable frente a las de filamento. En la tabla siguiente se muestran las equivalencias entre ambas (las de filamento han dejado de fabricarse):

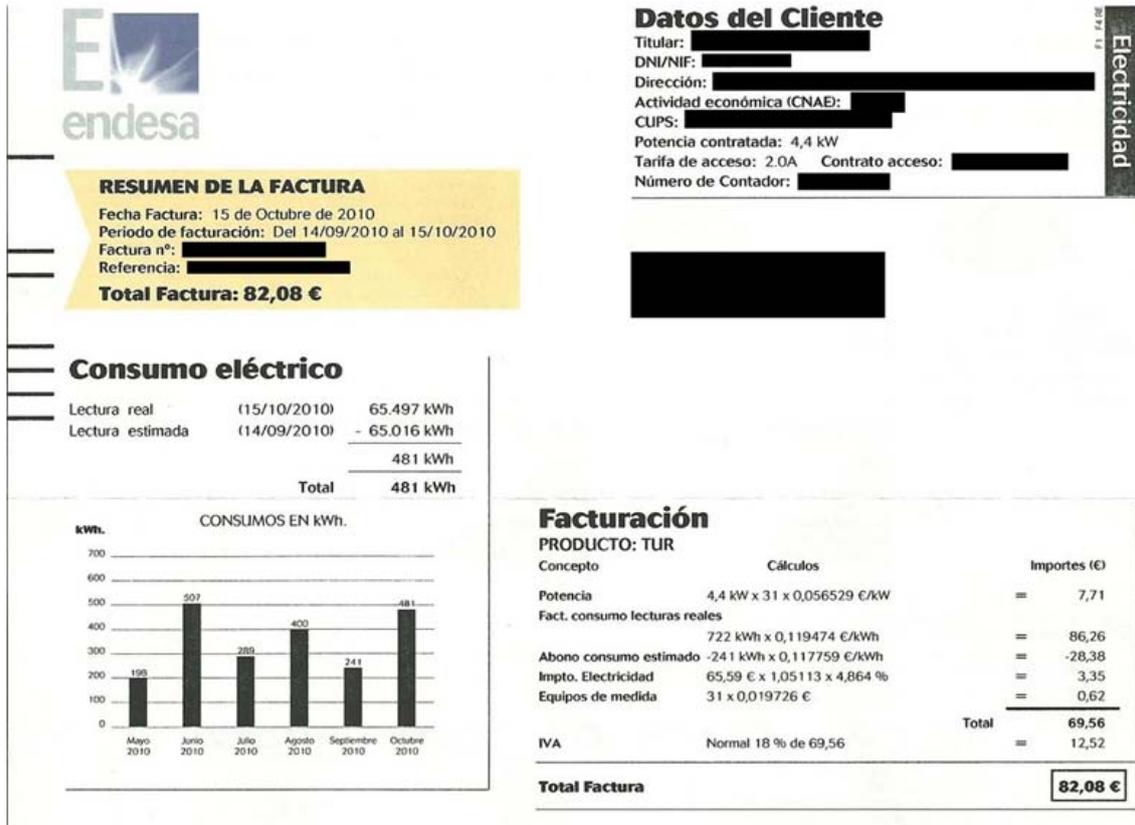
Bajo consumo	Filamento
9 W	40 W
11 W	60 W
15 W	75 W
20 W	100 W

Actividades de consumo eléctrico

1. Se han mostrado dos etiquetas con características de lavadoras. ¿Cuál de ellas comprarías? ¿Por qué? Si hubiese mucha diferencia de precio, ¿influiría en tu decisión?
2. Si utilizamos una aspiradora de 1300 W durante 15 minutos seguidos, ¿cuál ha sido el consumo de electricidad?
3. Calcula la diferencia de consumo eléctrico entre dejar encendida un día completo una bombilla de filamento de 75 W y hacerlo con su equivalente de bajo consumo.
4. El diodo de un televisor en espera tiene una potencia de 10 W. Si está en funcionamiento 6 horas al día, calcula la diferencia de consumo mensual entre desconectarlo de la red eléctrica cuando no se usa y dejarlo en espera.
5. Analiza la factura eléctrica de la página siguiente y calcula los importes de los consumos anteriores.

La factura eléctrica

Ahora deberíamos traer a clase una factura eléctrica (o utilizar la de la imagen inferior) para comentarla y conocer cómo se paga nuestro consumo eléctrico. Podríamos igualmente analizar si se podría rebajar dicha factura en función de: tipo de vivienda, número de miembros, aparatos eléctricos, tipo de lámparas, hábitos de comportamiento, manejo de los dispositivos, etc.



Actividad 3.6

Artefactos caseros de electromagnetismo, luz y sonido

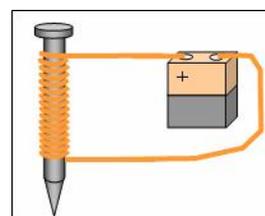
En esta actividad construiremos tres artefactos caseros relacionados con los contenidos de este tema. Una vez contruidos, deberás explicar con detalle su funcionamiento. Presta atención al material que debes traer al aula en cada caso.

Electroimán casero

Un electroimán es un tipo de imán en el que el campo magnético se produce mediante el flujo de una corriente eléctrica, desapareciendo en cuanto cesa dicha corriente. Se puede construir uno de forma sencilla utilizando este material cotidiano que **deberás traer a clase**:

- ✓ Una pila de petaca.
- ✓ Un clavo de hierro de al menos 10 cm.
- ✓ Varios clips metálicos (vale cualquier objeto de hierro que pese poco).
- ✓ Un trozo de cable de unos 25 cm.

Lo único que tienes que hacer es enrollar el cable al clavo, pelar los extremos y unirlos a los bornes de la pila (ver figura) y podrás comprobar cómo el clavo con el cable enrollado atrae los clips metálicos. Dejará de atraerlos en cuanto desconectes el cable de la pila. ¡Cuidado!: Para que no se gaste rápido la pila cierra el circuito durante muy poco tiempo.



- Elabora un informe explicando el funcionamiento del electroimán.

Espectroscopio casero

Un espectroscopio es un dispositivo capaz de descomponer la luz en sus componentes de diferentes colores (es decir, en su espectro). En esta experiencia se construirá un espectroscopio basado en una red de difracción, usando para ello un CD.

La superficie del CD por la que se graban los datos posee una serie de huecos y salientes (que no se ven a simple vista) distribuidos a lo largo de un surco que describe una espiral desde el radio exterior hacia el radio interior. Puede utilizarse como una red de difracción por reflexión para construir el espectroscopio casero. Una vez construido (Figura 1), enfocando a distintas fuentes de luz se podrán apreciar espectros diferentes (Figura 2).



Figura 1. Aspecto final del espectroscopio

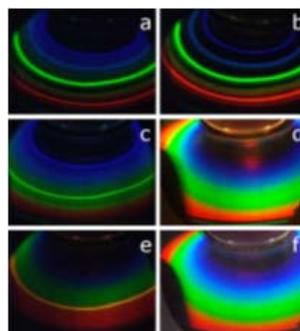


Figura 2. Espectros obtenidos para diferentes fuentes luminosas: (a) CFL color blanco frío, (b) CFL color blanco cálido, (c) tubo fluorescente, (d) bombilla, (e) llama de vela con sal y (f) Sol.

El material que debes traer al aula es el siguiente:

- ✓ Tijeras y cúter.
- ✓ Pegamento de barra.
- ✓ Papel celo y papel de aluminio.
- ✓ Cilindro de cartón de un rollo de papel higiénico.
- ✓ Un CD usado (que no esté rayado).

- ☐ Una vez construido, enfoca el espectroscopio a la luz de los tubos fluorescentes del aula y a la luz natural. Describe ambos espectros y explica sus diferencias.

Teléfono de hilo casero

Antes de construir el teléfono de hilo vamos a estudiar algunas propiedades y características del sonido. Conviene que antes hayas repasado la parte correspondiente al sonido de este plan de trabajo autónomo. Para construir el teléfono has de traer a clase el siguiente material:

- ✓ Dos vasos de plástico (de yogur, helado, etc.) con un orificio pequeño (cuanto más pequeño, mejor) en el centro del fondo.
- ✓ Varios palillos de dientes.
- ✓ Un hilo largo (al menos 4 m) y grueso.

Escuchando sonidos

- ✓ Con la clase en silencio, describe todos los sonidos que puedes oír.
- ✓ ¿Puedes determinar de dónde provienen?

Produciendo sonidos

- ✓ Pon los dedos sobre tu garganta y di "Aaaaaa". ¿Puedes sentir algo en tus dedos?
- ✓ Emite una nota aguda y otra grave ¿Notas alguna diferencia? ¿Por qué?
- ✓ Produce un sonido fuerte y otro débil. ¿Notas algo diferente? Describe la causa.
- ✓ Coloca ambos índices cerrando los conductos del oído. ¿Puedes escuchar algo? ¿Por qué?
- ✓ Golpea con un lápiz sobre diversos objetos. ¿Producen sonidos iguales, o diferentes?
- ✓ Escuchamos muchos sonidos a nuestro alrededor. ¿Quién, o qué, los produce, y en qué circunstancias?

Construcción de un teléfono de hilo

Para construir el teléfono de hilo se necesitan dos vasitos de plástico vacíos (cuanto más rígidos, mejor), dos palillos y un trozo largo de cuerda. Se construirá por parejas.

- ✓ Pasa la cuerda a través de cada uno de los agujeros del fondo de los vasos, atando un trozo de palillo en cada extremo de manera que los vasitos queden perfectamente unidos por la cuerda (ver figura).
- ✓ Pide a tu pareja que sostenga uno de los vasos en la mano y que hable claramente en su interior. Teniendo buen cuidado de que la cuerda esté bien tensada, pega bien el otro vaso a tu oreja. ¿Puedes escuchar algo?
- ✓ Afloja la tensión de la cuerda. ¿Qué sucede?
- ✓ Toca la cuerda mientras alguien está hablando por el "teléfono". ¿Qué ocurre?
- ✓ ¿Puedes emplear el teléfono alrededor de una esquina? ¿Qué ocurre cuando el hilo toca la pared?
- ✓ Elabora un breve informe sobre el funcionamiento del teléfono de hilo y describe algunas características de la propagación del sonido.



Actividad 4.1

Cuestionario de ideas previas. La Tierra en el Universo

Una vez revisadas nuestras propias concepciones a nivel de clase y las diagnosticadas por otros investigadores en alumnos de Educación Primaria y Secundaria, reflexiona y responde a estas preguntas:

- ✓ ¿Qué conclusiones podemos sacar?
- ✓ ¿Influye el sistema educativo a la hora de provocar cambios conceptuales permanentes en las mentes de los alumnos?
- ✓ ¿Cómo podría entonces plantearse el profesor el fomento de aprendizajes significativos en sus alumnos?

Actividad 4.2

Técnicas de orientación

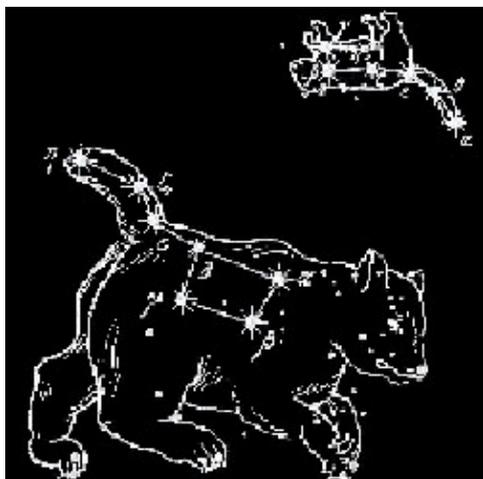
Desde tiempos remotos el ser humano ha emprendido grandes desplazamientos por causas diversas. En la actualidad contamos con instrumentos, con la brújula y el GPS, pero antes no disponían de esta tecnología. ¿Cómo crees que se orientaban estos viajeros en el mar? ¿Y en la Tierra?

Orientación nocturna. Las constelaciones

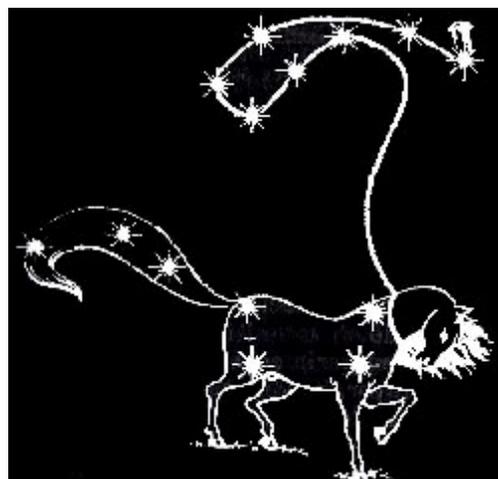
Una constelación es, en pocas palabras, una agrupación de estrellas que ocupa una parte del cielo. En la Grecia Antigua, cuna de la civilización actual, decidieron conectar las estrellas mediante líneas imaginarias trazando figuras sobre la bóveda celeste y poniéndoles nombres cercanos a su cultura, que hoy conocemos como "Mitología Griega". Como Grecia se encuentra en el hemisferio norte, son las constelaciones pertenecientes a este hemisferio las que han conservado estos nombres (y también las que nosotros vemos). Algunos ejemplos de ellas son *Orión*, *Andrómeda*, *Pegaso*, *Cefeo* o *Perseo*, todos ellos héroes de esta mitología.

Las constelaciones del hemisferio sur se observaron y definieron más tarde, cuando nos atrevimos a surcar los mares, y tienen nombres más modernos. Ejemplos de ellas son *Telescopio*, *Brújula*, *Octante*, *Compás*, *Microscopio* o *Vela*, que como ves son artilugios más modernos.

Como artificio del ser humano, no todas las civilizaciones han definido las mismas constelaciones en la bóveda celeste. Cada cultura ha visto en el cielo distintas figuras, relacionadas con su modo de vida. Por poner un ejemplo, observa en las siguientes figuras cómo vieron los griegos a los conjuntos de estrellas que hoy conocemos como Osa Mayor y Osa Menor, que ellos definieron como dos constelaciones relacionadas con la mitología antes mencionada, y cómo lo hacían los pueblos que vivían en el actual Kazajistán, cuya cultura giraba en torno a los caballos.



La Osa Mayor era, para los griegos, la ninfa Calisto, a quien la diosa Hera, por celos, transformó en osa. La Osa Menor la definieron por similitud en la disposición de las estrellas.



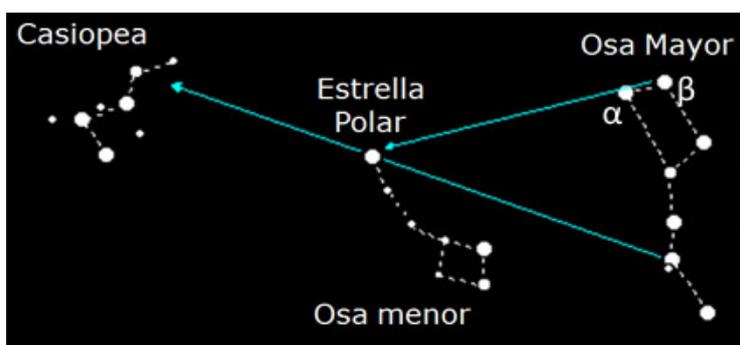
Los pueblos que vivían en el actual Kazajistán vieron que la estrella polar no cambiaba de sitio, y la llamaron Clavo de Hierro, en torno a la cual giraba atado un caballo

La Osa Mayor quizá sea la constelación que más nombres ha recibido. En la Grecia Antigua también la llamaban Carro. En la Rusia Antigua la llamaban Carro, Carroza, Cacerola, Cazuela, Talega, Cazuela Mayor y Alce. Algunos de estos nombres aún se conservan en estas zonas.

Aparte de representar parte de la historia de la humanidad, las constelaciones se utilizan desde hace tiempo para orientarse durante la noche. Una de las constelaciones del hemisferio norte

más nombrada en los libros de astronomía es la Osa Mayor. Esto se debe a que es muy fácil de localizar, pues a latitudes altas de este hemisferio no se oculta en toda la noche, y además tiene una forma muy característica y fácil de identificar. Por ello casi siempre se recomienda que sea la primera constelación a localizar.

Y ese será nuestro primer objetivo para ir conociendo las estrellas. Una rápida ojeada a un cielo estrellado nos debe bastar para localizar la Osa Mayor. A partir de esta no tendremos problema para localizar la estrella polar y, si la noche lo permite, conseguiremos ver la Osa Menor al completo, o al menos sus estrellas más importantes (imagen inferior).



La distancia entre α y la estrella polar es cinco veces la distancia entre α y β

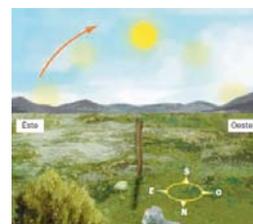
Una vez hayamos localizado la estrella polar ya sabemos hacia qué punto cardinal estamos mirando. **La estrella polar siempre nos señala el norte.** Si la observas durante un rato te darás cuenta de que siempre se encuentra en el mismo sitio, mientras todas las demás giran en torno a ella (siempre acordándonos de que ese efecto se debe al movimiento de rotación de la Tierra en sentido contrario).

Orientación diurna

Durante el día no es difícil localizar los cuatro puntos cardinales (norte, sur, este y oeste), pues sabemos que el Sol, aproximadamente, "sale" por el este y "se pone" por el oeste. Si miramos hacia el este a la derecha tendremos el sur, a la izquierda el norte y el oeste a nuestra espalda. Al contrario si miramos hacia el oeste. Te presentamos dos sencillas formas de orientarse de día.

El reloj de sol

Sin más que clavar un palo en el suelo, en posición vertical, habrás construido un reloj de sol (imagen derecha). Si vas marcando las sombras proyectadas sobre el suelo, verás que la más corta se produce a mediodía (las doce, hora solar). Esta sombra marca la dirección nortesur. Como la Tierra gira 15° cada hora, si a partir de la sombra más corta (las doce) trazas ángulos de 15° , cada uno de estos trazos marcará una hora. Recuerda que si vives en la Península o en Baleares, la hora oficial en verano es la solar más dos, y en invierno, la solar más uno. Si vives en Canarias, solo deberás sumar uno a la hora solar en verano, ya que en invierno tu horario coincidirá con el solar.



Observación de la naturaleza.

En la zona templada donde nosotros vivimos, las laderas norte de los montes son más verdes y tienen más vegetación. En los bosques, las caras norte de los troncos gruesos son verdosas porque tienen musgo.

Actividades

1. Puesto que la Estrella Polar se encuentra en la prolongación hacia el Norte del eje de la Tierra, explica en qué posición del cielo se vería si estuvieras en: el polo norte, España, el ecuador, Argentina.
2. Nos hemos perdido, y hemos realizado las dos fotografías inferiores con muchos minutos de exposición para que se aprecie el movimiento de las estrellas; una de ellas (izquierda) con una cámara enfocada hacia el Norte, y la otra (derecha), hacia el Sur. Deduce:
 - a. El hemisferio en que estamos.
 - b. Si la latitud es muy alta (cercana al polo), muy baja (cercana al ecuador) o intermedia.
 - c. Si allí se habla español, ¿dónde podríamos estar?



Actividad 4.3

Representación de distancias y fenómenos en el aula

Las imágenes del Sistema Solar que encontramos en los libros de texto, o en Internet, son representaciones artísticas que no respetan la escala de distancias. Dedicaremos la primera parte de esta actividad a representar a escala estas imágenes y comprobar las dificultades que se presentan.

En primer lugar nos centraremos en las distancias al Sol, para lo que te proporcionamos los datos a representar en UA (tabla inferior). Represéntalas sobre una línea de 30 cm dibujada en la diagonal de un A4, en cuyo extremo izquierdo estaría el Sol y Neptuno en el derecho. Introducimos aquí una unidad de distancias muy utilizada en astronomía, la unidad astronómica (UA; distancia Sol-Tierra), que en nuestra representación equivale a 1 cm.

Planeta	Distancia al Sol (UA)
Mercurio	1/3
Venus	3/4
Tierra	1
Marte	1,5
Júpiter	5
Saturno	10
Urano	20
Neptuno	30

Marcadas las distancias entre planetas, dibuja los astros como circunferencias en esta escala (**has de traer resuelta la actividad 24 del plan de trabajo autónomo, en la que se pide que busquen los datos necesarios**). Como observarás, aquí surge un problema, ya que el Sol, astro principal del sistema, tendría un diámetro de tan solo 0,01 cm. Y qué decir de los planetas. Júpiter, el gigante, que habría que dibujarlo con un diámetro de una milésima de centímetro. ¿Vas siendo conscientes de la magnitud de las distancias astronómicas?

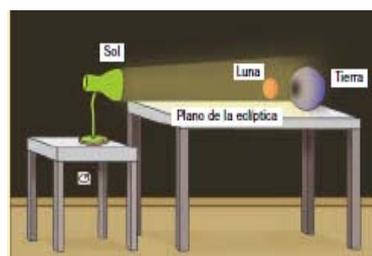
Podemos ejemplificar con el siguiente símil: si el Sol fuese del tamaño de una pelota de baloncesto (unos 25 cm de diámetro), la Tierra tendría un diámetro de 2,3 mm (algo así como una cabeza de alfiler), y estaría situada a 26,94 m de la pelota. Y así con el resto de planetas. ¿Es, o no, vacío, el sistema?

Estos ejercicios de escala son muy interesantes para comprobar las distancias reales entre astros, y de este modo observar con espíritu crítico las representaciones artísticas de los astros del Sistema Solar.

Aclaradas estas cuestiones, pasaremos al sistema Tierra-Luna. En este caso, si tomamos la Tierra como la pelota de baloncesto, la Luna sería una esfera de unos 7 cm (podemos utilizar una pelota de tenis), situada a unos 7,5 m de la pelota de baloncesto (en esta escala el Sol tendría un diámetro de 27,3 m y estaría situado a 2,9 km).

Utilizando una pelota de baloncesto como Tierra, una de tenis como Luna y un flexo (o linterna) como equivalente de la radiación solar simularemos fenómenos cotidianos como el día y la noche, los eclipses y las estaciones (imagen derecha).

Queda claro, pues, que no podremos respetar la distancia Tierra-Luna, aunque sí, aproximadamente, sus tamaños. Con



hilo representaremos el paralelo terrestre en el que nos encontramos para aclarar las cuestiones relacionadas con la duración del día y la noche en las diferentes estaciones.

La primera parte de esta actividad (Sistema Solar) se realizará de modo individual (**tenéis que traer a clase una regla de al menos 30 cm**). La segunda (sistema Tierra-Luna), en pequeños grupos, que **deberán proporcionar el material necesario** (flexo, pelotas e hilo).

Para finalizar la actividad debéis dar respuesta, por grupos, a las preguntas 30 a 44 del plan de trabajo autónomo y comparar estas respuestas con las que diste anteriormente. Los comentarios a esta comparación es lo que tendréis que entregar al profesor.

Actividad 4.4

Simulaciones informáticas

Esta actividad se basa en el uso de dos programas de simulación, Stellarium y Celestia, ambos de uso libre y gratuito. Se realizará en pequeños grupos que han de traer a clase un ordenador portátil con los programas instalados. Ambos podéis descargarlos fácilmente realizando una búsqueda desde cualquier buscador.

Las posibilidades que nos ofrece Stellarium de centrarnos en cualquier astro, seguirlo en su movimiento, o hacer zoom hasta obtener una imagen del mismo, entre otras, son innumerables. Realizaremos con él las siguientes actividades:

1. Representación de las constelaciones de ambos hemisferios celestes, con figuras mitológicas y sin ellas.
2. Identificación de la estrella polar.
3. Comprobación del movimiento circular de las estrellas, con centro la estrella polar, en el hemisferio norte. Igual en el hemisferio sur, pero sin estrella en el centro.
4. Visualización del sol de medianoche en ambos hemisferios y en diferentes entornos (podemos, incluso, tomar una panorámica desde nuestro lugar habitual de observación e incluirla en el programa).
5. Visualización de eclipses de Sol y de Luna.
6. Las fases de la Luna en ambos hemisferios.
7. Comprobación de las posiciones relativas del Sol y la Luna durante un mes.
8. Las trayectorias del Sol y la Luna en las distintas estaciones.
9. Los planetas y la eclíptica.
10. El movimiento retrógrado de los planetas.
11. ¿Cómo veríamos el cielo si no existiera atmósfera?
12. Visualización de galaxias desde la superficie terrestre.
13. Las coordenadas celestes.
14. ¿Tiene base científica la astrología?

Comprobados los fenómenos visibles desde la superficie terrestre, saldremos de ella con Celestia. En primer lugar debemos comentar la limitación que supondría el tener que viajar a velocidades usuales de una nave espacial por el universo. Incluso la velocidad de la luz impondría limitaciones temporales en viajes cercanos, dentro del propio sistema solar, en una sesión de clase (tardaríamos ocho minutos en llegar al Sol desde la Tierra). Aprovechamos la posibilidad que nos brinda el programa de violar las leyes de la Física y viajar a velocidades superiores.

Visto esto, utilizaremos Celestia para:

1. Visitar los planetas y planetas enanos del Sistema Solar y comprobar cómo se vería el Sol desde ellos.
2. Visualizar cómo veríamos el Sistema Solar desde fuera del mismo, recordando lo que se vio en la actividad 3 en relación con las distancias entre astros y el vacío entre ellos.
3. Comprobar la tercera ley de Kepler.
4. ¿Cómo se vería el Sol desde algunas estrellas vecinas?
5. ¿Qué forma tendrían las constelaciones vistas desde otros lugares del universo?
6. ¿Dónde están, y cómo se mueven, los principales satélites artificiales y las sondas y telescopios espaciales?
7. ¿Qué aspecto tiene nuestra galaxia vista desde fuera?
8. ¿Por qué la vemos como la vemos desde la superficie terrestre?

Dejando claro que se trata de simulaciones, con las limitaciones que ello supone, los dos programas utilizados en esta actividad constituyen un excelente recurso para trabajar en las aulas la observación del firmamento. Son herramientas que, sin duda, te facilitarán tanto la comprensión de algunos fenómenos naturales como tu labor docente a la hora de enseñarlos.

Actividad 4.5

Oscurecimiento global vs. efecto invernadero

El calentamiento global es una problemática mundial de la que se oye hablar desde hace tiempo. Sin embargo, no ocurre así con un fenómeno que paralelamente está ocurriendo y que parece estar frenando el aumento de la temperatura del planeta.

El día 14 de junio de 2008 se emitió un documental de la BBC en el programa “La noche temática” de TVE, titulado “Contaminación: el ocaso de la luz”, en el que científicos de diversas partes del planeta analizan las consecuencias de este fenómeno, que ha venido a llamarse *oscurecimiento global*, observado por primera vez por Gerry Stanhill, especialista en el diseño de regadíos en Israel. Al comparar el registro de cantidad de luz solar actual con el de 1950 encontró que se había reducido en un 10%, lo que ha provocado que se minusvalore el efecto invernadero¹⁸.

Se proyectará en clase una versión reducida de este documental, de 50 minutos de duración, después de la cual, en pequeños grupos, debéis responder a las siguientes cuestiones:

- ✓ ¿Habías oído hablar del oscurecimiento global? En caso afirmativo, ¿dónde?
- ✓ ¿Por qué piensas que se habla más del calentamiento que del oscurecimiento?
- ✓ ¿Cuáles son las causas de ambos fenómenos?
- ✓ En este documental, ¿se índice en las visiones deformadas de la ciencia y la actividad científica del artículo proporcionado, o se combaten? Analízalo desde esta perspectiva.
- ✓ Siempre que se utiliza un documental en el aula se ha de trabajar después del visionado. Comenta al menos dos actividades que recomendarías si proyectases este documental en tercer ciclo de Primaria.

¹⁸ El documental completo se puede ver en (último acceso el 11 de diciembre de 2011)

<http://www.veoh.com/watch/v14208774F7mdkwpz?h1=SOS%3B+Cambio+clim%C3%A1tico+1+de+3%3B+Contaminaci%C3%B3n%3B+El+ocaso+de+la+luz+>.

Actividad no presencial **Observamos el cielo nocturno (opcional)**

El planisferio celeste

Un planisferio celeste es un artilugio que se utiliza para identificar las constelaciones que se ven una noche determinada del año y a una hora (solar) determinada.

Consta de una parte fija, en la que se representan todas las constelaciones de un hemisferio, y una parte móvil, que gira encima de la anterior, que es opaca excepto en una ventanita que permite ver algunas de las constelaciones representadas en la parte fija.

Colocando la parte móvil de forma adecuada, sin más que elegir la fecha y hora (solar) en la que nos encontramos, la ventanita de la parte móvil dejará que veamos las constelaciones que se encuentran en el cielo en ese momento.

En Internet puedes encontrar fácilmente las instrucciones para la construcción de planisferios celestes con materiales caseros^(*). Busca la que más te guste y construye uno del hemisferio norte (si te gusta la observación puedes obtener planisferios en tiendas especializadas).

La mitología griega plasmada en el cielo

Como hemos visto en actividades anteriores, los griegos plasmaron en el cielo parte de su mitología. Son muchas las historias que se pueden contar mirando las constelaciones del hemisferio norte, en el que se ubicaban estos pueblos (igual que nosotros), aunque aquí contaremos sólo una.

Se trata de un mito de la Grecia Antigua, en el que intervienen cinco constelaciones del hemisferio norte: *Casiopea*, *Cefeo*, *Andrómeda*, *Perseo* y *Pegaso*. Más adelante te pediremos que las localices en el cielo, pero ahora disfruta de esta historia mientras observas la imagen de la página siguiente en la que se representan las constelaciones protagonistas.

Los reyes de Etiopía, Cefeo y Casiopea, tenían una hermosa hija llamada Andrómeda. Casiopea creía que su hija era más bella que las hijas de Nereo, el rey del Mar Egeo, y así lo hizo saber. Esto enfadó tanto a las nereidas (las hijas de Nereo) que se quejaron a Poseidón, rey supremo de los mares, y este, muy furioso, mandó un monstruo para que devorara a quien estuviese por las costas de Etiopía. Para librarse de este monstruo los etíopes pensaron que lo mejor era sacrificar a Andrómeda, y así procedieron: la encadenaron a unas rocas de la costa y esperaron la llegada del monstruo.

Al mismo tiempo un joven héroe, llamado Perseo, cumpliendo órdenes de un rey del mar de Creta, penetraba en la guarida de Medusa dispuesto a matarla. Medusa era una mujer monstruo que tenía serpientes en vez de pelos y transformaba en piedra a toda persona que la mirara directamente. Perseo, observando el reflejo de Medusa en su escudo para evitar mirarla, la encontró dormida y consiguió cortarle la cabeza, y del cuerpo degollado surgió un caballo alado, Pegaso. Montado en Pegaso y con la cabeza de Medusa en la mano, Perseo decidió regresar a su hogar.

Pero por el camino vio a Andrómeda encadenada y al monstruo que iba a devorarla. Enfocó la cabeza de Medusa hacia el monstruo y lo convirtió en piedra. Soltó a Pegaso, que cayó al mar, y liberó a Andrómeda. Se casó con ella, y juntos abandonaron Etiopía.

^(*) <http://www.frav.es/aserranos/tallerdeastronomia/pdf/tallerdeastronomia/planisferio.pdf>, o <http://www.astronomia2009.es/Documentos/AdeAstronomas/cuadernos/Esferaceleste.pdf> pueden servirte.



Constelaciones del relato



Constelaciones con figuras mitológicas

¿Te ha gustado la historia? ¡Y todo está en el cielo! Hay muchas historias más, también muy interesantes, que te pueden ayudar a conocerlo. Lee ahora con atención los siguientes consejos para la observación nocturna antes de afrontar las actividades que se recomiendan.

Consejos de campo

- ✓ Las estrellas se ven mejor en zonas poco iluminadas. Viene bien separarse de las zonas habitadas, pues la luz artificial dificulta la observación.
- ✓ El ojo debe acostumbrarse a la falta de luz. Irás notando que cada vez aprecias más estrellas. Pero si en mitad de la observación encendiéramos, por ejemplo, una linterna dejaríamos de ver por un rato las estrellas que antes veíamos.
- ✓ Para mirar el planisferio, o cualquier otro libro que tengamos, conviene llevar una linterna poco potente. Antes de usarla debemos cubrir la luz con papel de celofán rojo. De este modo nos deslumbrará menos.
- ✓ Aparte de estrellas, en el cielo podemos observar nebulosas, galaxias, planetas, etc. Conviene llevarse algún manual que nos informe de estos objetos.
- ✓ La observación estelar es una actividad que requiere mucha paciencia. No viene mal tener algún sitio cómodo donde sentarte.
- ✓ Si dispones de prismáticos o telescopio mejorará tu observación, no porque veas las estrellas más grandes (siempre se verán como puntos luminosos, por muy potente que sea el telescopio), sino porque verás más.
- ✓ Al principio nos costará mucho trabajo localizar los objetos en el cielo, pero poco a poco comprobarás cómo te resulta más fácil. Al final terminarás conociendo "el mapa del cielo".

Actividades

1. Utilizando el planisferio que acabas de construir, localiza en el cielo las constelaciones de los personajes de la historia anterior.
2. Observa Perseo y busca la estrella que representa la cabeza de Medusa. Se llama Algol (palabra de origen griego que significa "la cabeza del demonio"), y cambia mucho de brillo con los días. Compruébalo.
3. Busca alguna otra historia de la mitología griega y localiza en el cielo las constelaciones de sus personajes.



Anexo 2

Actividades de Seminarios

«La preparación y el buen deseo del maestro pueden remediar en gran parte la penuria de los medios; en todo caso sus esfuerzos serán secundados con el mayor entusiasmo por el alumno a quien la acción interesa y arrastra. Todos los trabajos del desván, los cacharros inútiles de la cocina, los objetos más heterogéneos serán puestos a contribución para construir un gabinete de física, un laboratorio químico de un valor pedagógico infinitamente superior al de la más brillante colección de aparatos producidos por la quincallería extranjera»

Lozano, 1912

Introducción

Las sesiones de Seminario (10, en total, una por semana) se utilizarán, en su mayor parte, al diseño y exposición de una unidad didáctica orientada a un curso, o ciclo, de Educación Primaria. En tres de ellas se realizarán prácticas de laboratorio.

El cronograma de actividades de estas sesiones se recoge en la tabla siguiente.

Seminario 1	Real Decreto de mínimos de Educación Primaria
Seminario 2	Diseño de UD (I). Contextualización, objetivos y competencias
Seminario 3	Diseño de UD (II). Contenidos. Análisis de los contenidos del libro de texto
Seminario 4	Diseño de UD (III). Análisis de los contenidos del libro de texto (cont.)
Seminario 5	<u>Práctica de laboratorio 1</u> . Densidad y empuje de Arquímedes
Seminario 6	Diseño de UD (IV). Análisis didáctico de contenidos
Seminario 7	<u>Práctica de laboratorio 2</u> . Circuitos eléctricos
Seminario 8	Modelos didácticos, actividades y evaluación
Seminario 9	<u>Práctica de laboratorio 3</u> . Medidas de meteorología
Seminario 10	Puesta en común de la UD

En estas sesiones siempre trabajaréis en pequeños grupos, de 4 o 5 componentes, que habrán de mantenerse a lo largo de todo el semestre.

Leed bien lo correspondiente a cada sesión de trabajo antes de la misma para poder aprovecharlas al máximo. Además, en el caso de las prácticas de laboratorio tendréis que responder a las cuestiones iniciales antes de su realización, mostrándolas al profesor a la entrada (revisar fichas de trabajo correspondientes).

Seminario 1

Real Decreto de mínimos de Educación Primaria

Algo que tendréis que manejar durante todo el semestre es el Real Decreto 1513/2006, de contenidos mínimos de Educación Primaria. Las habilidades para el análisis del currículo educativo y su adaptación al trabajo en el aula son imprescindibles para el desarrollo de algunas competencias profesionales. El comienzo del curso es el mejor momento para empezar a trabajar con él.

En esta actividad, después de comentar las partes del Real Decreto destacando sus aspectos más relevantes, se plantean varias actuaciones para cada uno de los grupos conformados:

- ✓ Extraer, de entre los contenidos del área de Conocimiento del medio natural, social y cultural, los relacionados con Física, Química y Tecnología.
- ✓ Reordenarlos en función de los bloques de contenido.
- ✓ Identificar los contenidos que puedan ocasionar mayores dificultades de comprensión y explicar por qué.

Seminario 2. Diseño de UD (I)

Contextualización, objetivos y competencias

Para el desarrollo de la unidad didáctica se utilizará el esquema de la Tabla I.

Tabla I. Epígrafes a considerar en el diseño de una unidad didáctica (UD)

ÍNDICE del trabajo paginado.
I. DATOS GENERALES (portada de la UD). <ul style="list-style-type: none"> • Título de la Unidad Didáctica elegida. • Etapa Educativa). • Nivel Educativo (1º, 2º, etc.). • Área de Conocimiento (Conocimiento del Medio Natural). • Bloque(s) de contenido(s) implicado(s) del RD de Enseñanzas Mínimas.
II. CONTEXTUALIZACIÓN. <ul style="list-style-type: none"> • Características hipotéticas del centro y del entorno (a ser posible, que se trate de un centro real, destacando las características del mismo que puedan estar relacionadas con el desarrollo de la UD). • Número de alumnos previsto. • Temporalización estimada.
III. OBJETIVOS Y COMPETENCIAS. <ul style="list-style-type: none"> • Competencias a adquirir. • Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> - Generales (de la Etapa relacionados con la Unidad) - Específicos (de la Unidad): conceptuales, procedimentales y actitudinales
IV. CONTENIDOS. <u>Análisis científico.-</u> Revisión y profundización en los contenidos a tratar, en el libro de texto (analizando el mismo), en las clases teóricas y en otras fuentes documentales (p. ej., libros más especializados, Internet, etc.). Elaboración de un mapa conceptual para los contenidos científicos. <u>Análisis didáctico.-</u> <ul style="list-style-type: none"> • Revisión bibliográfica de la literatura educativa relacionada con la UD. • Selección y secuenciación de contenidos basada en los contenidos mínimos de la legislación, en criterios lógicos (mapa conceptual anterior), psicodidácticos y sociales (relevancia actual de los contenidos). Concretar cómo se ha realizado. • Posibles conocimientos previos y dificultades de aprendizaje de los alumnos. • Además deben contemplarse contenidos transversales que correspondan a la Unidad.
V. METODOLOGÍA. <ul style="list-style-type: none"> • Justificación del modelo(s) didáctico(s) que se asume.

Tabla I. Epígrafes a considerar en el diseño de una unidad didáctica (UD)

<p>VI. ACTIVIDADES.</p> <ul style="list-style-type: none">• Objetivos, descripción y secuenciación de las actividades a realizar en cada una de las sesiones (p. ej., explicaciones del profesor, actividades prácticas, problemas, etc.). Justificar su inclusión en función del(los) modelo(s) anterior(es). Organización del aula.• Recursos necesarios para aquellas (p. ej., audiovisuales, material de laboratorio, salidas extraescolares, etc.).• Atención a la diversidad.
<p>VII. EVALUACIÓN.</p> <p>De las distintas dimensiones del aprendizaje (de conceptos, procedimientos y actitudes; competencias) y con distinto carácter (inicial, formativo, sumativo), concretando los instrumentos de evaluación. Debe estar relacionada con las competencias y objetivos iniciales, así como por los criterios de evaluación incluidos en los Decretos de Mínimos.</p>
<p>IX. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.</p> <p>Expresada correctamente (autor/es, título, editorial/revista, lugar y año de edición, volumen y páginas inicial y final, en el caso de un artículo de revista; dirección de Internet y fecha de consulta).</p>
<p>X. ANEXOS.</p> <p>Información complementaria.</p>
<p>Nota importante. Los contenidos de esta UD que se hayan extraído de un libro, página web... han de incluir la referencia que se haya utilizado (p. ej., autor y año de la cita, cuando se haya dentro del texto de la UD y completa en la bibliografía), lo contrario puede ser considerado delito. La Universidad cuenta con un programa antiplagio que ayuda a descubrir esta conducta.</p>

Durante los seminarios dedicados al diseño de la UD iremos concretando la información que aparece en esta Tabla.

<p>II. CONTEXTUALIZACIÓN.</p> <ul style="list-style-type: none">• Características hipotéticas del centro y del entorno (a ser posible, que se trate de un centro real, destacando las características del mismo que puedan estar relacionadas con el desarrollo de la UD).• Número de alumnos previsto.• Temporalización estimada
--

- A fin de dotar de mayor realismo a la propuesta de UD, habréis de situarla en un centro escolar, a ser posible que os sea conocido. Tendréis que describir las características del mismo que puedan afectar al desarrollo de la UD (p. ej., huerto escolar, entorno, laboratorio, etc.).
- Debéis pensar en un número de alumnos, que esté dentro del límite legal, y tenerlo en cuenta a posteriori para el diseño de actividades.
- Por último, estimaréis el tiempo dedicado a la UD en función del calendario escolar y las horas dedicadas a Conocimiento del Medio,

III. OBJETIVOS Y COMPETENCIAS.

- Competencias a adquirir.
 - Objetivos:
 - Generales (de la Etapa relacionados con la Unidad)
 - Específicos (de la Unidad): conceptuales, procedimentales y actitudinales
-
- Atendiendo a las competencias básicas especificadas en el Real Decreto de mínimos, decidir cuáles parecen más adecuadas para desarrollar con la UD, argumentando su selección.
 - Proceder del mismo modo con los objetivos de la Educación Primaria para el área de Conocimiento del Medio.
 - Por último, se hará un primer esbozo de los objetivos específicos que se espera alcanzar con la UD. En este momento se debe reflexionar si pretendemos que los alumnos adquieran aprendizajes conceptuales, procedimentales y/o actitudinales. Para ello podéis consultar la Tabla II. No obstante, para definir mejor los objetivos deberéis volver sobre ellos cuando hayáis profundizado en el apartado IV de la Tabla I, relativo al análisis de contenidos.
 - Sería conveniente que relacionarais en una Tabla las competencias y objetivos (generales y específicos) para determinar su correspondencia (en caso contrario, se corre el riesgo de considerarlos entes independientes).

Tabla II. Ámbitos de contenidos, tipos de aprendizaje y formas de evaluación (Bolívar, 1996)

CLASE DE CONTENIDO	TIPO DE APRENDIZAJE	CRITERIOS Y FORMAS DE EVALUACIÓN
CONCEPTUAL: hechos, conceptos y principios	<ul style="list-style-type: none"> • Hechos: memorístico, reproductivo y aislado. • Conceptos: significativo, relación e integración. • Principios: comprensión de relaciones entre conceptos o hechos. 	<ul style="list-style-type: none"> • SABER: conocer, analizar, enumerar, explicar, describir, resumir, relacionar, recordar, etc. • Definición, exposición, identificación, categorización, etc.
PROCEDIMENTAL: distintas acciones y estrategias para resolver objetivos o alcanzar metas.	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento y utilización (funcionalidad, uso y aplicación) de un conjunto de habilidades y estrategias, métodos, reglas, destrezas o hábitos a las tareas o situaciones particulares. 	<ul style="list-style-type: none"> • SABER HACER: elaborar, aplicar, experimentar, demostrar, planificar, construir, manejar, etc. • Uso y aplicación práctica en situaciones apropiadas. Integración de acciones, generalización, contextualización, etc.
ACTITUDINAL: actitudes, valores y normas.	<ul style="list-style-type: none"> • Componente afectivo, cognitivo y comportamental. • Predisposición a actuar de una determinada forma socialmente deseable. 	<ul style="list-style-type: none"> • VALORAR: comportarse, respetar, tolerar, apreciar, preferir, sentir, valorar, aceptar, etc. • Observación sistemática en sus distintas variantes y situaciones.

Seminario 3. Diseño de UD (II)

Contenidos. Análisis de los contenidos del libro de texto

IV. CONTENIDOS.

Análisis científico.

Revisión y profundización en los contenidos a tratar, en el libro de texto (analizando el mismo), en las clases teóricas y en otras fuentes documentales (p. ej., libros más especializados, Internet, etc.). Elaboración de un mapa conceptual para los contenidos científicos

Ahora toca a enfrentarse al *qué enseñar*, para lo que, en primer lugar, tendréis que revisar los contenidos del Real Decreto, de vuestros apuntes de clase y de los libros de texto de Educación Primaria, ampliando los contenidos que os parezcan más novedosos. Se trata, en definitiva, de que tengáis un conocimiento más amplio y profundo que el que corresponda al nivel de Educación Primaria. Para concluir, elaborad un mapa conceptual representativo.

Aprovecharemos esta primera búsqueda para establecer un **protocolo de análisis de los contenidos del libro de texto base**, tal y como el que se ofrece a continuación:

1. Relación entre contenidos, temas y bloques de temas.
2. Estructura de los temas (p.ej., introducción, preguntas iniciales, etc.).
3. Uso de la imagen. Tipos (dibujos, fotografías, tablas...). Cuantificarlas y valorarlas de acuerdo al decálogo repartido.
4. Lenguaje utilizado (nivel de comprensión, uso de analogías, sexismo, interculturalidad, glosario...).
5. Contenidos:
 - 5.1. Tipos: conceptuales, procedimentales y actitudinales, concretándolos para una unidad (ver Tabla II).
 - 5.2. Adecuación a los objetivos y contenidos de la legislación (de ámbito científico).
 - 5.3. Conexión con el medio.
 - 5.4. Relaciones interdisciplinares: áreas transversales y CTS.
 - 5.5. Visión que ofrece sobre la Ciencia e Historia de la Ciencia.
 - 5.6. Grado de actualización científica.
 - 5.7. Errores conceptuales.

Cada grupo de alumnos deberá centrarse de forma especial en los contenidos del libro que le correspondan para su unidad didáctica. Desgranemos cada uno de los puntos anteriores:

1. Relación entre contenidos, temas y bloques de temas.

Este primer punto busca poner de manifiesto si el libro responde a la relación que existe entre los fenómenos naturales, o simplemente se aborda por unidades aisladas de contenido que, por desgracia, es lo más habitual.

El indicador de esta relación es básicamente si los autores del libro hacen alusión al contenido de otros temas y/o justifican por qué el contenido está organizado de la forma en que se hace. Ello exigirá por tanto hacer una lectura general del libro.

Complementariamente, podéis consultar el libro del profesor y buscar indicios de la relación analizada.

2. Estructura de los temas (p.ej., introducción, preguntas iniciales, etc.).

Ahora se pretende que extraigáis la estructura común de cada uno de los temas del libro, algo que sí suele respetarse a lo largo del mismo. Debéis, por tanto, identificar las secuencias de desarrollo de cada uno de ellos (p. ej., preguntas iniciales, exposición del contenido, etc.). Ello a su vez permitirá después ubicar la metodología de enseñanza que subyace en el libro.

3. Uso de la imagen. Tipos (dibujos, fotografías, tablas...). Cuantificarlas y valorarlas de acuerdo al decálogo repartido.

Con el fin de que toméis conciencia de la importancia que tienen las ilustraciones en los libros de texto actuales (al menos en cuanto a la superficie que ocupan), cada grupo tomará un tema del libro de texto y medirá, con ayuda de una regla, la superficie ocupada por las ilustraciones y la comparará con la del texto escrito.

Posteriormente, identificad de forma inductiva los tipos de ilustraciones que hay en un tema y la conexión con el texto escrito. Posteriormente, en una puesta en común, podemos intentar ubicarlas en una clasificación como la de la Tabla III¹⁹.

Tabla III. Clasificación de las ilustraciones de un libro de texto

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
1. <i>Función didáctica en la que aparecen las ilustraciones</i>	Para qué se emplean las imágenes, en qué pasajes del texto se sitúan, etc.
2. <i>Iconicidad</i>	Qué grado de complejidad poseen las imágenes
3. <i>Relación con el texto principal</i>	Referencias mutuas entre texto e imagen. Ayudas para la interpretación
4. <i>Etiquetas verbales</i>	Textos incluidos dentro de las ilustraciones
5. <i>Contenido científico que las sustenta</i>	Caracterización desde el punto de vista científico de las situaciones representadas en las imágenes

A continuación se procederá a analizarlas desde el punto de vista de su idoneidad didáctica, proponiendo las mejoras que estiméis oportunas. Para ello nos apoyaremos en el siguiente decálogo (Cuadro 1).

¹⁹ Si se desea profundizar más en esta temática, pueden consultarse:

- JIMÉNEZ, J.D. y PERALES, F.J. (2001). El análisis secuencial del contenido. Su aplicación al estudio de libros de texto de Física y Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 19, pp. 3-19.
- PERALES, F.J. y JIMÉNEZ, J.D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20, pp. 369-386.

Cuadro 1. Decálogo de análisis didáctico de las ilustraciones de un libro de texto

1. No existen pruebas experimentales que puedan atribuir a las imágenes un efecto positivo genérico sobre el aprendizaje debido a la motivación.

2. Existen evidencias de que los textos explicativos que describen un sistema en términos de relaciones causales entre sus diversos componentes, se benefician de las ilustraciones siempre que éstas estén acompañadas de etiquetas verbales y muestren las relaciones existentes entre los diversos elementos. La mejora es más notable si las imágenes muestran secuencias de los diversos estados del sistema.

3. También existen evidencias de que aquellos textos que describen las relaciones entre conceptos se benefician de su representación espacial aunque éstos no posean dimensiones espaciales.

4. Las imágenes mixtas debieran incorporar una separación explícita de los planos realista y simbólico, como primer paso para la enseñanza de los códigos propios de este segundo plano por parte de los profesores y autores de libros de texto.

5. Son frecuentes las ilustraciones irrelevantes y/o cargadas de ambigüedad, debiéndose explicitar la información desconocida por los estudiantes así como eliminar todo elemento accesorio y símbolos sinónimos o polisémicos

6. El pensamiento analógico se beneficia de las representaciones pictóricas pero sólo cuando el análogo es bien conocido, más simple y se explicitan las limitaciones de la analogía.

7. Respecto a las características de las imágenes son preferibles las sencillas de interpretar ya que la complejidad o el exceso de detalles pueden dificultar su comprensión.

8. Para el aprovechamiento didáctico de las ilustraciones es imprescindible dirigir el proceso de exploración mediante etiquetas verbales o tareas que obliguen a los lectores a extraer información de las mismas. Existen evidencias de que sin estas condiciones, las ilustraciones se observan superficialmente sin afectar al lector.

9. Las ilustraciones debieran estar destinadas a aprendices con un bajo nivel de conocimiento previo, lo que garantizaría su accesibilidad a la mayoría de los lectores.

10. Se deberían emplear en el aula actividades específicas con ilustraciones, tales como la clarificación de los propios signos gráficos, la coordinación con el texto escrito, la simultaneidad de las observaciones de los planos real y simbólico, la corrección de errores, la producción de imágenes por parte de los alumnos y su integración efectiva en la evaluación del aprendizaje.

Seminario 4. Diseño de UD (III)

Análisis de los contenidos del libro de texto (cont.)

Continuamos con el análisis del libro de texto.

4. Lenguaje utilizado (nivel de comprensión, uso de analogías, sexismo, interculturalidad, glosario...).

Se trata de que adquiráis una primera aproximación al lenguaje textual del libro. Para ello se abordará una lectura de un tema del mismo por parte de cada grupo, anotando (justificadamente y señalando las frases textuales) los siguientes aspectos:

- Frases o párrafos que presenten dificultad de comprensión (para los estudiantes de la asignatura y, supuestamente, para los de Educación Primaria).
- Los recursos lingüísticos para fomentar la comprensión, como las analogías.
- Las referencias que puedan indicar (implícita o explícitamente) algún tipo de discriminación en cuanto a sexo, cultura, religión...
- Si el libro dispone de algún glosario que defina o clarifique los términos más novedosos.

5. Contenidos.

Continuando con el análisis de los contenidos del libro de texto, tendréis que revisarlos de acuerdo a los siguientes epígrafes, teniendo en cuenta que en todo momento han de justificar y ejemplificar sus afirmaciones.

1. Tipos: conceptuales, procedimentales y actitudinales, concretándolos para una unidad (ver Tabla II).
2. Adecuación a los objetivos y contenidos de la legislación (de ámbito científico).
3. Conexión con el medio.
4. Relaciones interdisciplinares: áreas transversales y CTS.
5. Visión que ofrece sobre la Ciencia e Historia de la Ciencia.
6. Grado de actualización científica.
7. Errores conceptuales.

Una vez realizada la tarea anterior, haced una búsqueda en Internet de algunos de los contenidos más “problemáticos”, prestando especial atención a la “credibilidad” de las fuentes consultadas.

Seminario 5. Práctica de laboratorio 1

Medida de densidades y Principio de Arquímedes

Actividades iniciales

Muy importante. Estas actividades deben realizarse antes de acudir a la práctica. Se anotarán convenientemente en el cuaderno de trabajo y se enseñarán a la entrada del laboratorio como requisito de acceso.

1. Defina masa, peso, volumen y densidad.
2. ¿Cuáles son las unidades de estas magnitudes en el S.I.?
3. ¿Con qué aparatos se podrían medir en un laboratorio?
4. La masa y el peso, ¿son la misma magnitud? ¿Cómo están relacionadas?
5. Escriba, y entienda, el enunciado del Principio de Arquímedes.
6. La expresión matemática del Principio de Arquímedes es $E = V_L \cdot g \cdot d_L$. En esta expresión, ¿qué representa cada una de las letras? Exprésela con palabras.

Objetivos de la práctica

- ✓ Realizar medidas de masa, peso y volumen de cuerpos de composición conocida.
- ✓ Ordenar estos cuerpos en función de su densidad.
- ✓ Comprobación experimental del Principio de Arquímedes.

Material

- ✓ Balanza, probeta y dinamómetro.
- ✓ Dos paralelepípedos de composición conocida.

Orientaciones

A) Para la medida de la masa



Figura 1. Balanza de brazos iguales

Para la medida de masas se utilizará una balanza de brazos iguales (Figura 1):

- En primer lugar se tendrá que eliminar el “error de cero”, comprobando que con los platillos vacíos la balanza queda bien equilibrada. En caso contrario, ajustarla con los tornillos de los extremos del eje (siempre intentamos proporcionar los aparatos de medida correctamente ajustados)
- Seguidamente, con el cuerpo en uno de los platillos, deberá ir colocando pesas en el otro (de mayor a menor) hasta volver a equilibrar la balanza. Preste atención a las unidades.

B) Para la medida del peso



Figura 2. Dinamómetros

Para la medida del peso utilizará un dinamómetro (Figura 2).

- En primer lugar, deberá asegurarse de eliminar el error de cero, comprobando que el índice del dinamómetro coincide con la marca del cero cuando no hay nada colgado. En caso contrario, ajústelo utilizando el tornillo superior (seguramente estará ajustado)
- En segundo lugar, compruebe la **sensibilidad** del aparato (la diferencia de medida entre dos marcas consecutivas). Finalmente, cuelgue el cuerpo y tome la medida. Compruebe las unidades de la escala.

C) Para la medida del volumen

Para la medida del volumen se empleará una probeta graduada, y se seguirá el procedimiento indicado en la Figura 3 ($V = V_f - V_0$). Se han de tener en cuenta las siguientes observaciones:

- a) Antes de determinar el volumen, deberá comprobar la sensibilidad y unidades de la probeta.
- b) La lectura deberá hacerse con la vista a la altura del menisco y leyendo por la parte baja de este (Figura 4).

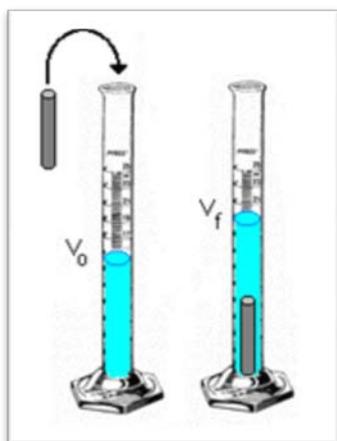


Figura 3. Medida de volúmenes

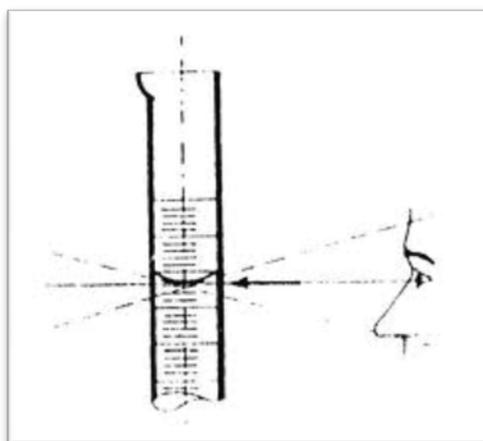


Figura 4. Error de paralaje

Desarrollo

Para calcular la densidad de los cuerpos, mida la masa y el volumen. Para el cálculo del empuje, y comprobar el Principio de Arquímedes, mida el peso en aire y en agua. Anote los datos y resultados de las medidas en la siguiente tabla:

Cuerpo 1:	Masa	Pesas: Masa:
	Peso	En aire: En agua:
	Volumen	V_0 : V_F : Volumen:
Cuerpo 2:	Masa	Pesas: Masa:
	Peso	En aire: En agua:
	Volumen	V_0 : V_F : Volumen:

Actividades finales

Estas actividades se pueden abordar tanto dentro como fuera del laboratorio, pues ya dispone de los datos necesarios. Se recomienda que se afronten de modo individual, y después se comparen los resultados con los miembros de su grupo. Una vez hecho esto, compárense con los resultados de otros grupos y, en caso de duda, consulte con el profesor.

1. A la vista de los resultados, ¿qué relación existe entre la masa y el peso? ¿Coincide con su respuesta de la actividad inicial 4?
2. ¿Se le ocurre otra forma de medir el volumen de los cuerpos con los que ha trabajado? ¿Se podría aplicar en todos los casos?
3. De los dos cuerpos que ha manejado, ¿cuál es el más denso? Exprese las densidades en el S.I.
4. Durante la realización de la práctica se le ha pedido que mida el peso de los cuerpos cuando se sumergen en agua (se habla en estos casos de "*peso aparente*"). Este peso, ¿es mayor o menor que el peso sin sumergirlo? ¿Por qué?
5. Compruebe que esta diferencia de pesos coincide con el empuje definido en el Principio de Arquímedes. En base a esto, ¿con qué otra expresión matemática se podría calcular el empuje de Arquímedes?
6. Adapte esta práctica al tercer ciclo de Educación Primaria.

Se recomienda. Para entender mejor del concepto de densidad, y cómo calcularla, en la Web del Proyecto CONCIVI (<http://www.concivi.didacticacienciasugr.es/index.php>) dispone de un interactivo que le será de gran utilidad (*Galerías multimedia* → *Películas Flash* → *Densidad*). ¿Cuáles son los elementos de la Tabla Periódica con los que trabajamos en este interactivo?

Seminario 6. Diseño de UD (IV)

Análisis didáctico de contenidos

Procederemos en esta sesión al análisis didáctico del contenido

IV. CONTENIDOS.

Análisis didáctico.

- Revisión bibliográfica de la literatura educativa relacionada con la UD.
- Selección y secuenciación de contenidos basada en los contenidos mínimos de la legislación, en criterios lógicos (mapa conceptual anterior), psicodidácticos y sociales (relevancia actual de los contenidos). Concretar cómo se ha realizado.
- Posibles conocimientos previos y dificultades de aprendizaje de los alumnos.
- Además deben contemplarse contenidos transversales que correspondan a la Unidad.

1. Revisión bibliográfica de la literatura educativa relacionada con la UD.

Vamos a iniciar esta actividad realizando una búsqueda bibliográfica de temáticas relacionadas con la didáctica de los contenidos que les han correspondido en su UD. Podemos comenzar con el buscador “Google académico”, introduciendo palabras clave relacionadas con dichos contenidos (p. ej., “la enseñanza de la energía en Educación Primaria”). Una vez localizados los documentos, deberíamos leer los resúmenes (en el caso de tratarse de artículos de revista). Los documentos que más interesen se descargarán directamente o a través de las bases de datos de la Biblioteca Universitaria.

Finalmente, formalizar una ficha de cada uno con un resumen y con las conclusiones que mejor puedan servir para el diseño de la UD.

2. Selección y secuenciación de contenidos.

Ahora debéis reflexionar sobre qué contenidos van a formar parte de vuestra propuesta de enseñanza y en qué secuencia los pensáis desarrollar. Esto responde a dos preguntas básicas en cualquier programación de aula, que analizamos a continuación. Ha de hacerse justificadamente.

Ante la cuestión de **qué enseñar** tenéis que tener en cuenta que la información sobre cualquier temática es casi inabarcable, tal y como habréis podido barruntar en el análisis del contenido que hicisteis previamente. Por ello, debéis adoptar **criterios de selección** de los contenidos, tales como los contenidos mínimos de la legislación (véase la Actividad del Seminario 1), criterios lógicos (mapa conceptual anterior), psicodidácticos (revisión bibliográfica anterior) y sociales (relevancia actual de los contenidos). También podría ser el momento de tener en cuenta las limitaciones cognitivas que posee la enseñanza de algunos contenidos científicos (en el sentido piagetiano del término), ejemplificándolos con la Taxonomía de Shayer y Adey (1986) ya vista en la Sesión 2 de gran grupo.

La segunda cuestión es en qué orden impartir los contenidos (**secuenciación**). Esta decisión no es baladí y tenéis de tener en cuenta, al menos, dos prototipos: secuenciación inductiva y deductiva. Esto tendrá luego consecuencias de cara a los modelos didácticos que propongáis.

Podéis tomar como primera referencia la secuencia del libro de texto para después justificar la de ellos.

Esta secuenciación deberá tener en cuenta una perspectiva general de toda la Educación Primaria, no sólo del Ciclo superior, de forma que se prevea qué contenidos se podrían tratar en los diferentes ciclos. En el Anexo A se presentan propuestas para los Bloques de contenidos de Educación Primaria que pueden servir de referencia.

3. Posibles conocimientos previos y dificultades de aprendizaje de los alumnos.

De los puntos 5.1 y 5.2, además de lo que haya podido tratarse en las sesiones de gran grupo, hacer una relación de las previsible ideas previas y dificultades de aprendizaje que puedan presentar vuestros futuros alumnos, de cara a la propuesta de las actividades de enseñanza.

4. Contenidos transversales que correspondan a la Unidad.

Por último, retomad el punto 5 del Seminario 4, señalando cuáles serían las áreas transversales y los contenidos concretos que pueden estar relacionadas con esta UD (Educación Ambiental, Educación para la Salud, Educación para el Consumidor...), teniendo en cuenta que, por su naturaleza, hacen especial hincapié en el ámbito actitudinal.

También tendréis que tener en cuenta los enfoques Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), para lo que deberéis consultar el Anexo B.

Seminario 7. Práctica de laboratorio 2

Circuitos eléctricos sencillos

Actividades iniciales

1. Dibuja un esquema (un esquema, no un dibujo) de cada uno de los cinco circuitos que se indican en el desarrollo de la práctica. Te puedes orientar por la Figura 1.
2. Indica en cada circuito cómo se reparten el voltaje de la pila y la intensidad de corriente.
3. Describe el funcionamiento de un reostato. Busca su símbolo eléctrico.
4. ¿Qué medimos con un voltímetro? ¿Y con un amperímetro?
5. Observa la Figura 2, en la que se muestra la escala de un amperímetro. ¿Cuál es la sensibilidad del amperímetro, en ambas escalas?

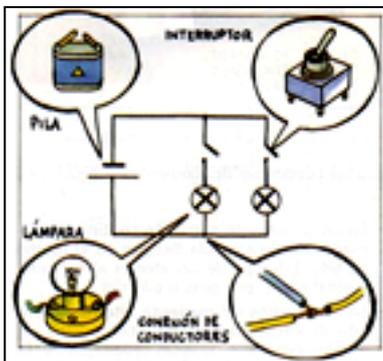


Figura 1. Símbolos de elementos eléctricos

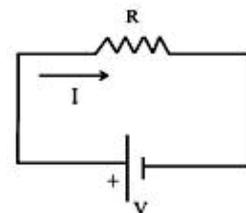


Figura 2. Escala de amperímetro

Fundamento

La intensidad de la corriente, I , que pasa por una resistencia, R , es directamente proporcional a la diferencia de potencial (ddp), V , o voltaje, entre los extremos de ella (ley de Ohm). Matemáticamente:

$$I = \frac{V}{R}$$



Desarrollo de la práctica

Se utilizará una fuente de alimentación de corriente continua. Una pila de petaca cumple con este requisito. Como resistencias se van a emplear una o dos bombillas de linterna. Otros elementos son: un reostato (resistencia variable, Figura 3), un interruptor, y cables terminados en clavijas para hacer las conexiones.

La práctica consiste en formar con los elementos anteriores los cinco circuitos que a continuación se describen. El funcionamiento de cada uno se comprobará pulsando el interruptor. Antes de desmontar un circuito para montar el siguiente, se tomarán de él los datos que se piden en el apartado "Cuestiones finales".

- ✓ **CIRCUITO 1.** Una bombilla en serie con el interruptor y conectados ambos a la fuente de alimentación.
- ✓ **CIRCUITO 2.** Al anterior se le añadirá otra bombilla en serie.

- ✓ **CIRCUITO 3.** Dos bombillas en paralelo, y en serie con el interruptor. Todo ello conectado a la fuente de alimentación (para hacer conexiones en paralelo ver Figura 4).
- ✓ **CIRCUITO 4.** Una bombilla en serie con el reostato, ambos conectados a la fuente de alimentación.
- ✓ **CIRCUITO 5.** Un interruptor en serie con una bombilla y un amperímetro. Todos conectados a la fuente de alimentación. Entre los extremos de la bombilla se conecta un voltímetro.

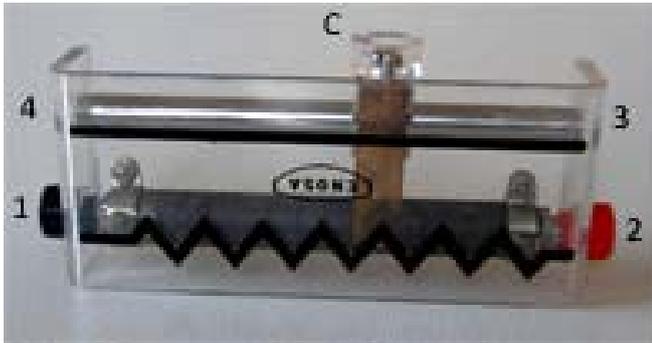


Figura 3. Reostato educativo. Las conexiones se hacen por 1 y 3. C es el cursor móvil



Figura 4. Para conexiones en paralelo

Dos cuestiones a señalar:

- a) Inicialmente el amperímetro se conecta por 0 y por 1 A, y el voltímetro se conecta por 0 y por 12 V (Figura 5). Una vez realizada la primera lectura, si se puede, conectar a valores más bajos.
- b) Las lecturas siempre se hacen en la escala cuyo valor máximo coincide con el del punto de conexión.



Figura 5. Amperímetro y voltímetro

Cuestiones finales

1. **CIRCUITOS 1, 2 Y 3.** Si llamamos “normal” al modo en que luce la bombilla en el circuito 1, anotar si las bombillas lucen de un modo “normal” o “inferior al normal” en los otros.

- Explicar, basándose en las leyes de la electricidad, el porqué de las semejanzas y diferencias observadas entre 1, 2 y 3.
2. La instalación eléctrica de nuestra casa, ¿a cuál de los tres circuitos se asemejará, al 1, al 2, o al 3? Explica tu respuesta.
 3. **CIRCUITO 4.** Se anotará qué ocurre cuando se varía el cursor del reostato de una posición extrema a la otra. ¿Cómo se explica esto con arreglo a las leyes de la electricidad? Cuando el cursor del reostato está en la posición que corresponde a la máxima resistencia, lo que se observa, ¿se asemeja a lo ya visto para el circuito 1 o para el circuito 2?
 4. ¿Qué ocurriría si las conexiones del reostato (Figura 3) se hicieran por 1 y 2?
 5. **CIRCUITO 5.** Conociendo el voltaje entre los extremos de la bombilla, dado por el voltímetro, y la indicación que nos da el amperímetro (anotarlos), calcular la resistencia del filamento de la bombilla.
 6. ¿Tienen la misma resistencia todas las bombillas que has manejado?

Seminario 8

Modelos didácticos, actividades y evaluación

V. METODOLOGÍA.

Justificación del modelo(s) didáctico(s) que se asume.

Para ello se consultará el apartado de Modelos Didácticos tratado en las sesiones de gran grupo (epígrafe 1.3 de los apuntes).

Sería recomendable que pensarais en lo que queráis que aprendan vuestros futuros alumnos (retomar el apartado de objetivos específicos de esta unidad) y cómo podrían hacerlo. Para ello, elaborad justificadamente una secuencia metodológica general de la UD, que podría combinar uno o más modelos didácticos.

VI. ACTIVIDADES.

- Objetivos, descripción y secuenciación de las actividades a realizar en cada una de las sesiones (p. ej., explicaciones del profesor, actividades prácticas, problemas, etc.). Justificar su inclusión en función del(los) modelo(s) anterior(es). Organización del aula.
- Recursos necesarios para aquellas (p. ej., audiovisuales, material de laboratorio, salidas extraescolares, etc.).
- Atención a la diversidad.

Para el diseño de las actividades de la UD, en primer lugar consultar el Anexo C. Seguidamente, recuperad los objetivos específicos de la UD, ya que son ellos los que condicionan las actividades, así como los propios contenidos que queremos enseñar. Para ello os recomendamos utilizar una tabla donde se especifiquen las actividades correspondientes junto con los objetivos a que correspondan, su justificación de acuerdo al modelo didáctico por el que se haya optado y los recursos necesarios.

Las actividades deberán ser variadas en cuanto a la demanda cognitiva y al tipo de tarea que se requiera (incluyendo posibles salidas externas, uso de Internet y medios de comunicación, etc.). Finalmente, se propondrán algunas de las actividades programadas para atender a la diversidad.

Por otro lado, **tendréis que diseñar una actividad práctica con material casero**, para mostrarla durante la última semana.

VII. EVALUACIÓN.

De las distintas dimensiones del aprendizaje (de conceptos, procedimientos y actitudes; competencias) y con distinto carácter (inicial, formativo, sumativo), concretando los instrumentos de evaluación. Debe estar relacionada con las competencias y objetivos iniciales, así como por los criterios de evaluación incluidos en los Decretos de Mínimos.

Este es el colofón de la UD y debe servir para contrastarla a todos los niveles.

En primer lugar debéis recordar y reflexionar sobre el concepto moderno de evaluación y sus distintas acepciones en función del momento de intervención (inicial, formativa y sumativa). Sería conveniente que retomaraís los objetivos de la UD y revisaraís los criterios de evaluación que aparecen en el RD de enseñanzas mínimas, como puntos de partida. A raíz de ello debéis proponer los instrumentos de evaluación de forma justificada, que podrán coincidir con algunas de las actividades planificadas anteriormente (p. ej., la evaluación inicial mediante cuestiones iniciales a los alumnos de Primaria). Posteriormente definir los criterios de calificación de.

Como instrumento de evaluación, los docentes suelen utilizar un diario de clase en el que anotan las observaciones e incidencias de aula. Aparte de servir como instrumento para obtener la calificación final, se puede utilizar para proponer futuras mejoras de la UD.

Seminario 9. Práctica de laboratorio 3

Medidas de meteorología

Actividades iniciales

1. Identifica los contenidos del Real Decreto 1513/2006 relacionados con el tiempo atmosférico y el clima.
2. Enumera las variables meteorológicas y, junto a cada una, el aparato que se utiliza para medirla.
3. ¿Qué es un psicrómetro? Describe su funcionamiento
4. En un recipiente cilíndrico se recogen, un día de lluvia, 182 mL de agua. Si el diámetro de su base es de 8 cm, ¿cuántos L/m² han caído?
5. Estamos a nivel del mar un día de borrasca. La presión atmosférica, ¿será mayor, igual, o menor que 760 mmHg? Razona la respuesta.

Objetivos de la práctica

- ✓ Explicar el fundamento físico de los aparatos usuales para la medida de las variables atmosféricas.
- ✓ Realizar medidas de dichas variables.
- ✓ Asociar la presión con la estabilidad atmosférica.
- ✓ Diferenciar entre humedad absoluta y relativa.
- ✓ Comprobar cómo se pueden construir aparatos de medida con materiales caseros.
- ✓ Dotar al alumnado de estrategias para la construcción de una pequeña estación meteorológica.

Material

- ✓ Pluviómetro casero, probeta y regla.
- ✓ Barómetro.
- ✓ Termómetro de máxima y mínima.
- ✓ Psicrómetro.

Desarrollo

Lluvia caída

Un pluviómetro, es en esencia, un recipiente que se sitúa en el exterior y recoge el agua caída. El que se va a emplear está hecho con materiales cotidianos.

Se vierte una cantidad cualquiera de agua dentro del pluviómetro y se simula que es el agua recogida de la lluvia. A continuación se pasa a determinar la lluvia caída en litros por metro cuadrado (L/m²). Para ello hay que hacer dos medidas: (a) El volumen de agua recogida, que se hace mediante una probeta; (b) el área sobre la que ha caído, que coincide con el área del embudo, dada por $A = \pi \cdot r^2$ (puede ponerse el embudo boca abajo sobre un papel, dibujar el contorno, trazar un diámetro y medirlo con la regla). Con los datos de (a) y (b), en las unidades adecuadas, una simple operación permitirá **obtener los L/m²**.

Presión atmosférica (P_{atm})

Va a utilizarse un barómetro de tipo metálico, que es el más usual (imagen derecha). La presión atmosférica depende de la altura del lugar (760 mmHg \approx 1013 mb es la P_{atm} media a nivel del mar. En Granada, algo menos) y también depende de la situación atmosférica del momento (borrasca/anticiclón).

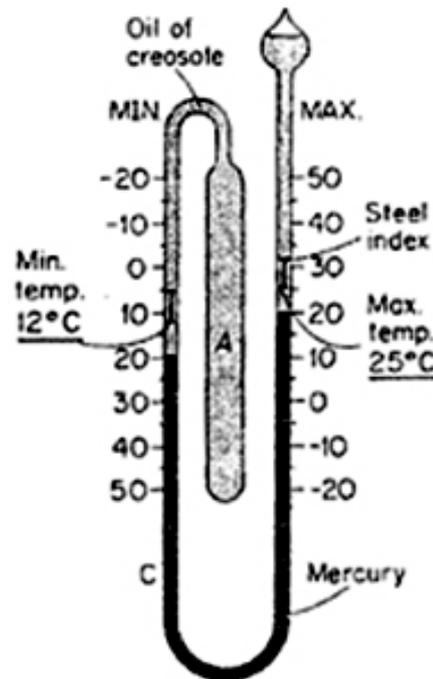


Como la P_{atm} es prácticamente la misma dentro que fuera, el barómetro está ubicado en el laboratorio. Tiene una aguja que, movida desde el exterior, hacemos coincidir con la principal para comprobar al día siguiente si la P_{atm} está subiendo o bajando, lo que nos permite predecir si el tiempo tiende a mejorar o a empeorar.

Anotar día, hora y P_{atm} actual.

Temperatura máxima y mínima ($t_{m\acute{a}x}$, $t_{m\acute{i}n}$)

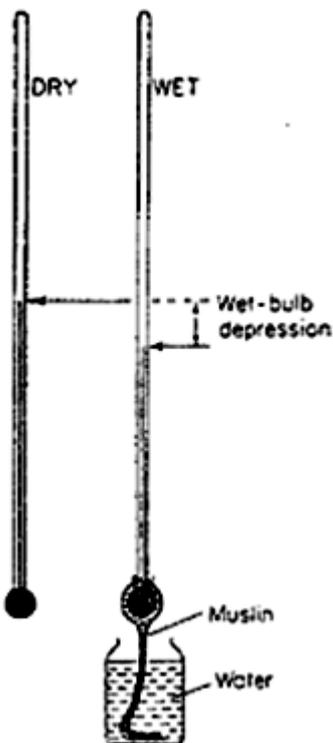
Se emplea un termómetro especial constituido por dos ramas en U, que señala ambas temperaturas en el intervalo de tiempo elegido (un día, una semana, etc. Imagen derecha). Está colocado en la parte de fuera del marco de la ventana para determinar las temperaturas en el exterior.



En la rama de la izquierda se mira la $t_{m\acute{i}n}$; en la de la derecha, la $t_{m\acute{a}x}$. La escala de la izquierda es descendente y la de la derecha ascendente (imagen derecha). La temperatura actual es la que marca el mercurio en las dos ramas (comprobar que coinciden).

Al subir la temperatura, el mercurio empuja hacia arriba el índice metálico (en azul) de dentro de la rama de la derecha. Al bajar la temperatura hace lo mismo con el de la izquierda. Por tanto, la $t_{m\acute{a}x}$ alcanzada vendrá dada por la lectura de la parte inferior del índice derecho y la $t_{m\acute{i}n}$ por el índice izquierdo. Para iniciar el intervalo de tiempo, un dispositivo magnético permite colocar los índices en contacto con los niveles de mercurio.

Anotar: (a) La hora y temperatura actual; (b) la $t_{m\acute{a}x}$; (c) la $t_{m\acute{i}n}$; (d) el intervalo de tiempo (preguntarlo al profesor).



Humedad relativa (Hr)

Para la medida de la humedad relativa se utiliza un psicrómetro, que consiste, en esencia, en dos termómetros iguales, uno de ellos lleva su bulbo recubierto de un fieltro empapado en agua (imagen izquierda). La evaporación del agua enfría el bulbo del termómetro húmedo que, por ello, marca una temperatura inferior el termómetro seco. Cuanto más seco es el ambiente, es decir, cuanto menor es la Hr, más intensa será la evaporación, el termómetro húmedo descenderá más y, por tanto, la diferencia termométrica será mayor. Unas tablas, insertas en el soporte de los termómetros, dan la Hr, conocidas la temperatura del termómetro seco y la diferencia termométrica.

Anotar: (a) La temperatura del termómetro seco; (b) la diferencia entre las temperaturas de los termómetros; (c) La Hr del ambiente del laboratorio.

Propuesta final

Como puedes comprobar, la medida de variables meteorológicas no es complicada, y los aparatos que se necesitan son fáciles de encontrar y bastante asequibles.

Lo ideal es montar una pequeña estación meteorológica en el patio del colegio y encargar a tu alumnado que realice medidas diarias. Si lo haces durante un curso, al final dispondrás de datos con los que hacer medias, máximas, mínimas, gráficas de temperaturas, de humedad, de presión, etc. Incluso, con los datos de temperatura y pluviosidad, puedes elaborar un climograma de tu zona y compararlo con los que aparecen en los libros sobre el clima de la misma.

Es, en definitiva, un recurso con el que puedes trabajar muchas destrezas y competencias básicas de forma sencilla. Te animamos a utilizarlo.

Seminario 10

Puesta en común de la UD

Esta sesión de Seminario, al igual que las dos últimas sesiones de gran grupo, se utilizará para la exposición de las UD elaboradas durante el semestre. Se utilizará presentación de diapositivas, o similar, y se dispondrá de un tiempo máximo de 10 minutos por grupo.

La presentación debe ser conocida por todos los miembros del grupo al completo. Será en el mismo momento de la exposición cuando el profesor indicará cuál de ellos procederá a presentar la UD al resto de compañeros.

Recordad que la UD debe incluir, al menos, una actividad práctica elaborada por el grupo, que debe ser presentada junto con los apartados de la UD.

Bibliografía

- Bolívar, A. (1996). *Los contenidos actitudinales en la LOGSE* En: I Jornadas sobre Actitudes y Educación Ambiental. Perales, F.J., Gutiérrez, J. y Alvarez, P. (eds.). I.C.E. de la Universidad de Granada, pp. 39-82.
- Del Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. En Perales, F. J. y Cañal, P. (Eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil.
- Galagovsky, L. R. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: el modelo teórico. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (2), 229-240.
- Jiménez, J.D. y Perales, F.J. (2001). El análisis secuencial del contenido. Su aplicación al estudio de libros de texto de Física y Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 19, pp. 3-19.
- Membiela, P. (1995). Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales. *Alambique*, 3, 7-11.
- Perales, F. J. (1994). Los trabajos prácticos y la Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 121-125.
- Perales, F. J. (2000b). *Resolución de problemas*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Perales, F.J. y Jiménez, J.D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20, pp. 369-386.
- Pujol, R. M. (2003). *La didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis S.A.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis S.A.
- Shayer, M. y Adey, P. (1986). *La Ciencia de enseñar Ciencias. Desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo*. Madrid: Narcea S. A.
- Vílchez, J. M. y Perales, F. J. (2009). Física y Dibujos Animados. Una estrategia para la alfabetización científica (y televisiva) en la educación secundaria. *Alambique*, 60, 54-63.

Anexo A. Propuestas de secuenciación de contenidos

Bloque 1. La materia y sus transformaciones

	Conocimientos	Destrezas	Valores
Primer ciclo		<p>Clasificación de diversos materiales presentes en el entorno próximo.</p> <p>Experimentación de los efectos de las fuerzas sobre cuerpos cotidianos.</p>	<p>Desarrollo de hábitos de ahorro, reciclaje y cuidado del entorno.</p> <p>Respeto y cuidado ante el uso de sustancias peligrosas del hogar.</p> <p>Valoración de la importancia del agua para los seres vivos.</p>
Segundo ciclo	<p>Propiedades de los materiales.</p> <p>Composición y propiedades del agua.</p> <p>Estados de agregación del agua.</p> <p>Composición y propiedades del aire.</p>	<p>Descripción de observaciones de fenómenos físicos y químicos sencillos.</p> <p>Pequeñas investigaciones sobre propiedades físicas de los materiales.</p> <p>Experiencias sencillas sobre fenómenos físicos y químicos.</p>	<p>Además de los anteriores: Valoración de la importancia y el uso de distintos materiales.</p> <p>Desarrollo de la curiosidad sobre algunas sustancias y fenómenos del entorno próximo.</p> <p>Sensibilización por los problemas de contaminación ambiental.</p>
Tercer ciclo	<p>Masa, peso, volumen.</p> <p>Densidad (cualitativo).</p> <p>Estados de agregación.</p> <p>Cambios de estado.</p> <p>Propiedades de la materia.</p> <p>Sustancias puras y mezclas.</p> <p>Disoluciones.</p> <p>Cambios químicos (oxidación, combustión y fermentación).</p> <p>Elementos y compuestos.</p>	<p>Experiencias de inmersión de sólidos en agua.</p> <p>Medidas de masas y volúmenes.</p> <p>Formulación de hipótesis sobre explicación de fenómenos sencillos a nivel macroscópico.</p> <p>Explicación de la compresibilidad de fluidos mediante partículas.</p> <p>Realización de experiencias sencillas de separación de sustancias.</p> <p>Análisis de fenómenos físicos y químicos de la vida cotidiana.</p> <p>Clasificación de sustancias.</p>	<p>Además de consolidar los anteriores:</p> <p>Desarrollo de actitudes de conservación del medio físico a nivel mundial.</p> <p>Desarrollo de hábitos de cuidado, orden respeto y limpieza en el laboratorio escolar.</p>

Bloque 2. La energía y sus transferencias

	Conocimientos	Destrezas	Valores
Primer ciclo		<p>Identificación de fuentes sonoras.</p> <p>Identificación de la diversidad de máquinas en el entorno.</p> <p>Montaje y desmontaje de objetos simples.</p>	<p>Desarrollo de actitudes conscientes frente a la contaminación acústica.</p> <p>Valoración de la reducción, reutilización y reciclaje de recursos.</p> <p>Adopción de comportamientos asociados a la seguridad personal y al ahorro energético.</p>
Segundo ciclo	<p>Energía y los cambios.</p> <p>Fuentes de energía.</p> <p>La reflexión de la luz.</p> <p>Descomposición de la luz blanca.</p>	<p>Observación de la intervención de la energía en los cambios de la vida cotidiana mediante la realización de experiencias sencillas.</p> <p>Identificación de las fuentes de energía con las que funcionan las máquinas.</p> <p>Clasificación de materiales en función de sus propiedades eléctricas y magnéticas.</p> <p>Identificación del color como interacción de la luz con los cuerpos.</p> <p>Elaboración de informes mediante la utilización básica de tratamiento de textos.</p> <p>Seguimiento de una secuencia dada para encontrar una información en Internet.</p>	<p>Además de las anteriores:</p> <p>Actitudes conscientes ante la producción de residuos, la contaminación y el impacto ambiental.</p> <p>Responsabilidad individual en el ahorro energético.</p> <p>Respeto por las normas de uso, seguridad y de conservación de los instrumentos y de los materiales de trabajo.</p> <p>Aceptar la relevancia de algunos de los grandes inventos y valorar su contribución a la mejora de las condiciones de vida.</p> <p>Interés por cuidar la presentación de los trabajos en papel o en soporte digital.</p>

	Conocimientos	Destrezas	Valores
Tercer ciclo	<p>Distintas manifestaciones de la energía.</p> <p>Transformaciones simples de energía.</p> <p>Calor y temperatura.</p> <p>Fuentes de energía, renovables y no renovables.</p> <p>Conductores y aislantes.</p> <p>Circuitos eléctricos sencillos.</p>	<p>Estudio y clasificación de algunos materiales por su conductividad térmica.</p> <p>Predicción de cambios en el movimiento, en la forma o en el estado de los cuerpos por efecto de las aportaciones de energía.</p> <p>Percepción y observación sistemática de los efectos del calor: aumento de temperatura y dilatación.</p> <p>Planificación y realización de experiencias para estudiar las propiedades de materiales de uso común y su comportamiento ante la luz, el sonido, el calor, la humedad y la electricidad.</p> <p>Comunicación oral y escrita de procesos y resultados.</p> <p>Búsqueda guiada de información en Internet.</p>	<p>Además de las anteriores:</p> <p>Responsabilidad individual ante el consumo energético en pro de la sostenibilidad.</p> <p>Valoración de la influencia del desarrollo tecnológico en las condiciones de vida y en el trabajo.</p> <p>Toma de conciencia de la necesidad de controlar el tiempo de entretenimiento con las tecnologías de la información y la comunicación y de su poder de adicción.</p>

Bloque 3. La Tierra en el universo

	Conocimientos	Destrezas	Valores
Primer ciclo		<p>Identificar por dónde “sale” el Sol y por dónde “se pone” en relación con algún elemento del entorno.</p> <p>Describir cómo van variando las sombras de los objetos a lo largo del día.</p> <p>Percepción y descripción simple de las estrellas, las fases de la Luna y los momentos en los que puede verse, y la duración de los días y las noches a lo largo del año.</p> <p>Observación y descripción de algunos fenómenos atmosféricos (hidrometeoros, viento y fenómenos eléctricos).</p>	<p>Valoración de la reducción, reutilización y reciclaje de recursos, y el ahorro energético como modo de paliar la contaminación atmosférica.</p>
Segundo ciclo	<p>Los puntos cardinales.</p> <p>Movimientos de la Tierra y sus consecuencias: la alternancia del día y la noche y las estaciones del año.</p> <p>Fases de la luna.</p> <p>Variables meteorológicas: temperatura, humedad, viento, precipitaciones.</p> <p>La atmósfera terrestre.</p> <p>Composición y estructura.</p>	<p>Identificación de los puntos cardinales utilizando una brújula</p> <p>Uso de maquetas para explicar el día y la noche, y las fases de la Luna.</p> <p>Realizar medidas con aparatos meteorológicos.</p> <p>Representación de climogramas.</p>	<p>Las de primer ciclo.</p> <p>Valorar las actuaciones para evitar la contaminación atmosférica.</p>
Tercer ciclo	<p>El universo.</p> <p>El sistema solar.</p> <p>El sistema Sol-Tierra-Luna.</p> <p>El tiempo atmosférico y el clima. Relaciones y diferencias.</p>	<p>Explicar fenómenos cotidianos mediante representaciones a escala del sistema Tierra-Luna.</p> <p>Lectura e interpretación del tiempo atmosférico en distintas representaciones gráficas.</p> <p>Descripción de las características principales del clima del lugar en que vive, y de los principales climas.</p>	<p>Las de primer y segundo ciclo.</p> <p>Reconocer la influencia del ser humano en el paisaje y en las condiciones futuras de vida.</p> <p>Valorar la sostenibilidad como modo de asegurar la calidad de vida de las generaciones venideras</p>

Anexo B. El movimiento CTS

Un buen marco para la resolución de problemas con las características descritas nos lo proporcionan las estrategias centradas en el **movimiento CTS** (Ciencia-Tecnología-Sociedad), en las que se plantean situaciones y problemas orientados a las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

Inmersa en la Sociología de la Ciencia, la perspectiva CTS de la enseñanza de las ciencias no supone una estrategia en sí misma, sino toda una filosofía bajo la que entender la E/A de las ciencias tanto en contextos formales como no formales. No obstante, se encuentra estrechamente conectada con la visión constructivista, pues se hace especial hincapié en la necesidad de seleccionar contenidos significativos para el alumnado, vinculando temáticas científicas abstractas a situaciones concretas de su vida cotidiana (Galagovsky, 2004).

Aunque ninguna estrategia de enseñanza se pueda considerar como exclusiva del enfoque CTS, *“sí se puede decir que es mayor la variedad de métodos de enseñanza empleados en CTS que el utilizado en otros tipos de enseñanza [...], entre ellos, pueden mencionarse el trabajo en pequeños grupos, el aprendizaje cooperativo, las discusiones centradas en los estudiantes, la resolución de problemas, las simulaciones y los juegos de roles, la toma de decisiones, y el debate y las controversias”* (Membiela, 1995, p. 9).

De ahí que, aunque el movimiento CTS nació sin tener en cuenta las aportaciones que se hacían desde las teorías constructivistas, desde entonces se ha trabajado en una visión integradora de los dos puntos de vista (Sanmartí, 2002), y en la actualidad podemos considerar este enfoque como una de las concreciones de la orientación constructivista de la E/A, compatible con las estrategias de cambio conceptual y las de investigación en torno a problemas.

Anexo C. Diseño de actividades

El diseño de toda estrategia didáctica implica, entre otras actuaciones, la selección y secuenciación de las actividades de E/A que se consideran más adecuadas para la consecución de los objetivos planteados. Quizá sea una de las decisiones más importantes de la planificación docente, pues de ella depende en gran medida que se alcancen, o no, estos objetivos.

En didáctica, las actividades pueden definirse como *“un conjunto de acciones planificadas por el profesorado que tienen como finalidad promover el aprendizaje de los alumnos en relación con determinados contenidos”*. Solo tienen sentido si provocan la actividad mental del alumnado. Son las que, finalmente, concretan las intenciones educativas, favoreciendo la comunicación entre el alumnado, el profesorado y la materia a enseñar.

Las actividades pueden ser de tipologías muy distintas, y es muy importante, como medida de atención a la diversidad²⁰, que toda propuesta docente recoja actividades variadas de distintos tipos, ya que así se favorece que cada estudiante pueda desarrollar sus capacidades en función de su estilo cognitivo y de su motivación.

De hecho, una actividad concreta no ha de tener la finalidad de promover un determinado conocimiento, sino de plantear situaciones propicias para que el alumnado actúe y sus ideas evolucionen en función de cada situación personal. Es el conjunto de actividades seleccionadas (que depende, en última instancia, del modelo didáctico que se asuma), debidamente organizadas y secuenciadas, el que posibilita el aprendizaje.

En relación con los tipos de actividades, es tal el abanico de posibilidades con las que contamos a la hora de diseñarlas, delimitar sus finalidades, tareas a realizar, tiempo a emplear, o recursos a utilizar, que no es fácil elegir un criterio para proceder a su clasificación.

Tal vez el que permita una categorización más clara es la orientación que se da a la actividad en su diseño. Aunque en una misma actividad pueden subyacer varias de estas orientaciones, o una misma actividad puede tener más de una, podemos hablar de:

- ✓ Actividades orientadas a construir el conocimiento mediante la percepción directa de hechos. En esta categoría podemos distinguir:
 - Trabajos prácticos.
 - Trabajos de campo, visitas a servicios municipales, industrias, museos, etc.
- ✓ Actividades orientadas a construir el conocimiento de forma materializada. Pueden ser:
 - Realización de maquetas.
 - Juegos de rol.
 - Realización de murales, comics, etc.
 - Realización de montajes o exposiciones.
- ✓ Actividades orientadas a construir el conocimiento interactuando con otras personas o fuentes de información. Por ejemplo:

²⁰ No entendida, como en muchas ocasiones se plantea, como la elaboración de materiales diversos orientados a los distintos niveles cognitivos del alumnado (lo que ocasiona que el profesorado haga caso omiso por la dificultad que ello plantea), sino en el sentido de emplear diversas metodologías para cubrir todas sus formas de aprender (Vílchez y Perales, 2009).

- Exposiciones magistrales, por parte del profesorado, persona invitada, o el propio alumnado.
 - Conversaciones colectivas, coloquios, lluvias de ideas, etc.
 - Recogida de datos mediante entrevistas, conferencias, etc.
 - Visionado de vídeos, películas, programas de televisión, etc.
 - Observación de posters, fotografías, diapositivas, etc.
 - Lectura de documentos.
 - Análisis de casos, biografías, etc.
 - Actividades de análisis y discusión realizadas en pequeños grupos.
 - Actividades de coevaluación.
- ✓ Actividades orientadas a construir el conocimiento reflexionando de modo individual. Podemos destacar:
- Resolución de problemas.
 - Respuesta a cuestionarios.
 - Elaboración de resúmenes, diarios de clase, informes de laboratorio, etc.
 - Elaboración de esquemas, mapas conceptuales, etc.
 - Actividades de autoevaluación.

Aunque, como ya se ha comentado, es necesario diversificar las actividades como modo de ofrecer al alumnado mayores oportunidades para la construcción de conocimientos, los tres tipos más utilizados en las clases de ciencias son, en este orden, las exposiciones magistrales, la resolución de problemas, y los trabajos prácticos (aunque estos últimos, desgraciadamente, estén perdiendo protagonismo). Profundicemos brevemente en sus características y posibilidades.

Las exposiciones magistrales

En relación con las exposiciones magistrales, bien es sabido que, normalmente, el protagonista es el profesorado, que acostumbra a pensar que su explicación es la actividad más importante para promover el aprendizaje del alumnado. En este sentido, resulta curioso que, en general, el profesor es consciente de que entiende algo precisamente cuando lo explica en el aula, ya que tiene que organizar un discurso coherente y con sentido. Del mismo modo, **el alumnado empieza a comprender cuando tiene que explicar**, ya que esta comunicación le exige un esfuerzo metacognitivo y de autorregulación a la hora de expresarse.

Para el alumnado no es fácil aprender a elaborar explicaciones científicas. De ahí la necesidad de promover el desarrollo de esta capacidad en las clases de ciencias. Algunos de los géneros lingüísticos que pueden facilitar este aprendizaje son: la descripción, la definición, la explicación, la justificación y la argumentación (Sanmartí, 2002).

En el contexto escolar quizá sea la **argumentación** el más globalizador, pues se puede considerar sinónimo de justificación y, en cierta medida, una buena (completa) argumentación suele necesitar el uso de descripciones, definiciones y explicaciones. Es por ello por lo que se le da tanta importancia desde las perspectivas constructivistas de la E/A de las ciencias.

La resolución de problemas

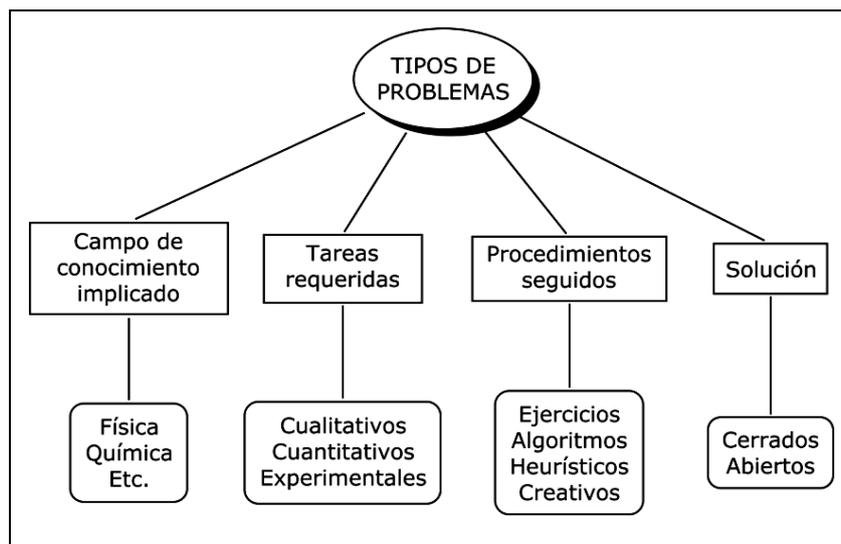
El segundo tipo de actividad más utilizado en las clases de ciencias es la resolución de problemas *académicos*, que presentan claras diferencias con la acepción que damos al término

en nuestra vida cotidiana (“el coche me da problemas”, “tal persona tiene problemas con las drogas”, “tengo un problema con mi amigo”, etc.). Por una parte, los primeros no surgen espontáneamente, sino de un modo intencionado que persigue objetivos didácticos. Por otra, los académicos incluyen datos iniciales explícitos y su solución se conoce de antemano, aspectos no presentes en los cotidianos.

La resolución de problemas es *“una actividad educativa que ha ocupado, ocupa y ocupará sin duda un lugar central en el proceso de enseñanza-aprendizaje”* de las ciencias y que, *“hasta hace bien pocos años, se solía ver constreñida a jugar un papel de mera aplicación del contenido teórico impartido (sea en actividades de aula o en los exámenes), sin que suscitara un excesivo interés la posible renovación en profundidad de sus planteamientos didácticos, a todas luces necesaria”* (Perales, 2000b, p.9). Como ya se ha comentado, actualmente la situación ha cambiado y se proponen estrategias en las que la solución de problemas se considera el eje central sobre el que debe girar todo el proceso de E/A.

De acuerdo con los criterios comúnmente barajados, los problemas académicos se pueden clasificar según se muestra en la figura siguiente.

Clasificación de los problemas académicos



Como propuestas generales para mejorar el proceso de resolución de problemas en el aula, podemos destacar (Perales, 2000a):

- i. El uso de la diversidad de problemas presentados en los párrafos anteriores.
- ii. Establecer una conexión continua entre la resolución del problema y la indagación en el contenido teórico.
- iii. Utilizar en el enunciado un lenguaje cercano al alumnado (muchas de las dificultades que se suelen encontrar proceden precisamente del enunciado).
- iv. Prestar atención a la metodología de resolución del problema (resolución individual o en pequeños grupos, enmarcadas en procedimientos de carácter general, solventar deficiencias matemáticas y establecer secuencias de trabajo cuando la resolución es colectiva).
- v. Transformar los enunciados de los problemas o ejercicios cuantitativos en problemas cualitativos que se afronten como pequeñas investigaciones. El uso de estas

estrategias, obviamente, debe comenzar por una autocrítica por parte del profesorado en relación con su práctica en el aula de esta actividad docente.

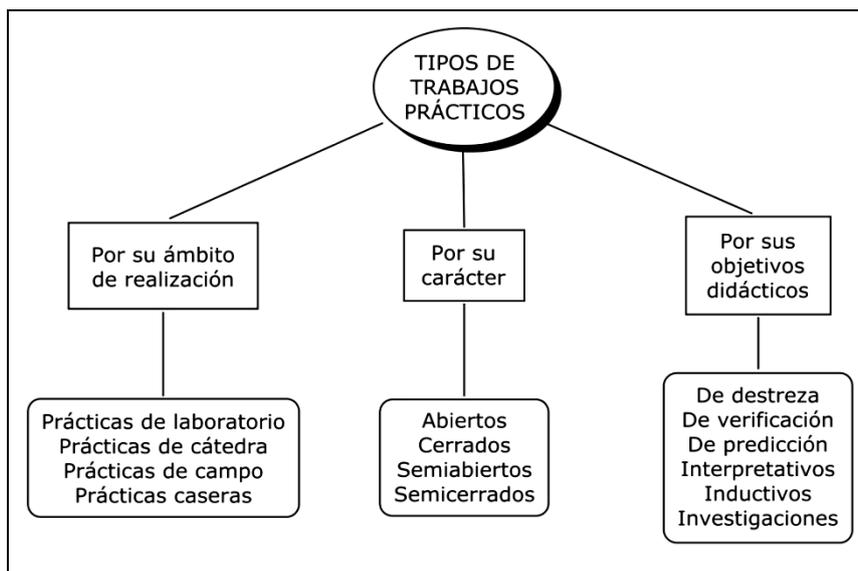
Los trabajos prácticos

Por último, como tercera actividad de entre las más utilizadas en las clases de ciencias destacan los trabajos prácticos, entendidos como cualquier actividad realizada por el alumnado, con un grado variable de participación en su diseño y ejecución, que comporte la manipulación de materiales, objetos u organismos con la finalidad de observar y analizar fenómenos (Sanmartí, 2002).

Normalmente se realizan fuera del aula (laboratorio, campo, etc.) y son más complejas de organizar que las que se realizan dentro. Requieren el uso de un material específico, por lo que pueden implicar ciertos riesgos, e implican el uso de procedimientos científicos de diferentes características. Por otra parte, son el tipo de actividades que caracterizan más la enseñanza de las ciencias, diferenciándola de otras disciplinas.

La siguiente figura muestra una clasificación de los que se utilizan con más frecuencia (Perales, 1994).

Distintos tipos de trabajos prácticos



Este tipo de actividades tienen gran importancia para la E/A de las ciencias, pues mejoran la motivación del alumnado, ayudan a la comprensión de los planteamientos teóricos de la ciencia y al desarrollo del razonamiento científico del alumnado, facilitan la comprensión de cómo se elabora el conocimiento científico y de su significado, son insustituibles para el aprendizaje de procedimientos científicos y mejoran las actitudes del alumnado hacia las disciplinas científicas (Del Carmen, 2000).

Sin embargo, y por desgracia, por motivos de infraestructuras, ratio, o limitación temporal, sin olvidar la posible falta de preparación del profesorado para el diseño de las mismas, cada vez se les está prestando menos atención en las clases de ciencias.

Diversos estudios muestran que en España solo un tercio del profesorado de Secundaria planifica la realización de algún trabajo práctico, que suele ser de comprobación de la información suministrada en las clases magistrales (Sanmartí, 2002). En el caso de la Educación Primaria, este tipo de actividades normalmente se desestiman por considerar que *“el esfuerzo y la complejidad a ellas asociados no se corresponde con una notable mejora del rendimiento escolar o al entender que desestabilizan la «tranquilidad» del ritmo de la clase”* (Pujol, 2003).

Además, en la mayoría de las ocasiones se le da excesiva importancia al resultado del trabajo práctico. Ha de “salir bien”, sin percibir que una experiencia de este tipo puede ser interesante precisamente para discutir por qué los resultados no son los esperados, lo que puede proporcionar información muy importante y relevante sobre los procedimientos adoptados. Esto conduce ineludiblemente a que el alumnado que se enfrenta a la realización de prácticas de laboratorio, sobre todo en niveles educativos superiores, desprecie el proceso y solo persiga el resultado esperado.

De seguir así, seguiremos desatendiendo algunas de las finalidades educativas, objetivos y competencias básicas de los currículos oficiales de Primaria y Secundaria, además de no utilizar el potencial didáctico de los trabajos prácticos para la E/A de las ciencias, tanto en aspectos disciplinares como en los relacionados con la NdC.

Debemos esforzarnos por mejorar el diseño y utilización de este tipo de actividades en el aula. En la Educación Obligatoria, además, se deben enfocar, siempre que sea posible, utilizando materiales cotidianos fáciles de conseguir y que estén en contacto permanente con el quehacer diario del alumnado, como estrategia fundamental para la alfabetización científica, por acercar la ciencia a sus vidas.

Criterios para la secuenciación de actividades

Como se ha dejado entrever durante la exposición de este apartado, lo que da sentido a las actividades y las convierte, potencialmente, en útiles para aprender, es su secuenciación durante el proceso de E/A. Como criterios generales para la organización de las actividades se propone la siguiente estructura temporal (Sanmartí, 2002):

1. **Actividades de exploración iniciales.** Tienen como objetivo que el alumnado se plantee el problema y explicita sus representaciones. Han de ser concretas y cercanas a su vida cotidiana.
2. **Actividades de introducción de nuevos puntos de vista para la modelización.** Orientadas a que el alumnado pueda construir sus ideas mediante el reconocimiento de formas de mirar, de razonar y de argumentar, mediante la identificación de variables no consideradas hasta el momento, el uso de analogías, etc.
3. **Actividades de síntesis.** Orientadas a que el alumnado tome conciencia del modelo construido hasta el momento y de cómo expresarlo de la forma más adecuada. Pueden ser diarios de clase, mapas conceptuales, resúmenes, etc.
4. **Actividades de aplicación y generalización.** Orientadas a ampliar el campo de situaciones y fenómenos que se pueden explicar con el modelo construido. Pueden ser actividades en las que el alumnado plantee nuevos problemas o pequeñas investigaciones en los que aplicar el modelo construido.

De este modo rompemos con la tradición de la estructura tradicional en la que, después de explicar el contenido del libro de texto y aclarar los aspectos no comprendidos mediante la respuesta directa a las preguntas planteadas por el alumnado (cuando las haya), se procede a la resolución de los ejercicios propuestos en el mismo texto, que suelen consistir en repetición literal de frases del mismo o en la resolución de “problemas puzle de papel y lápiz”.