

Tema 10

El aprendizaje de los fenómenos físicos y los cambios químicos. Planificación y realización de experiencias para el estudio de propiedades, características y comportamiento de la materia y la energía.

1. INTRODUCCIÓN

Los sucesivos marcos legislativos que envuelven la enseñanza de las ciencias en la etapa de educación primaria, coinciden en orientar sus propuestas hacia un tipo de enseñanza innovadora, basada en que el alumno juegue un papel activo y en que le sean comunicados de forma ingeniosa y cercana a su experiencia los diferentes contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales que darán cuerpo a su pensamiento científico.

No obstante, los sondeos estadísticos y la experiencia cotidiana mayoritaria revelan que la realidad actual de las aulas es, en general, bien distinta. Nos encontramos demasiado frecuentemente con planteamientos basados en clases magistrales, transmisión verbal de conceptos, resolución de problemas cerrados de aplicación de estos conceptos, etc.

No debemos olvidar que el aprendizaje de las ciencias contribuye, como tantos otros, en la formación integral de las personas. En este sentido, plantear una enseñanza de las ciencias basada en la participación del alumno fomenta el desarrollo de hábitos de pensamiento (capacidad de tomar decisiones, capacidad de analizar fenómenos, de captar pautas generales, pensamiento crítico, precisión, hábito de buscar información...) y actitudes (capacidad de escuchar, curiosidad, formulación de preguntas, espíritu crítico, experiencia de fracaso, necesidad de compartir, honradez, rigor, búsqueda de soluciones...) que les resultarán muy valiosas en su desarrollo personal.

2. EL ESTUDIO DE LA MATERIA

2.1. La materia. Concepto.

El concepto de materia forma parte de la experiencia cotidiana del alumnado de educación primaria. Casas, muebles, seres vivos, ropa, alimentos... todos los objetos perceptibles por los sentidos son materia. Características de la materia:

- ocupan un lugar en el espacio
- oponen resistencia a modificar su estado de movimiento o reposo (es decir, presentan *inercia*)
- son atraídos por otros cuerpos por acción de la fuerza de gravedad, muy claramente por la superficie terrestre

De forma que podría definirse la materia como *“todo aquello que... cumple las tres propiedades anteriores”*.

2.2. Aproximación al estudio de la materia: estudiar un material concreto

Elegir un material que les sea familiar (madera, metal, rocas...) y empezar a explorar propiedades y a plantearse preguntas que antes no habían formulado, fomenta en ellos una **actitud inicial fundamental: hacerse preguntas sobre la realidad** (estos materiales forman parte de *su mundo real*). Un muy buen desarrollo de esta estrategia para niveles de primaria está desarrollado en (VVAA, 1993). A continuación, se esbozan algunas experiencias a realizar con metales.

Para empezar apreciando las **diferencias entre los metales y otros materiales** puede servir lo siguiente. Se moja un trozo de tela y se extiende en una caja. Sobre él se colocan varios materiales (un clavo, madera, algo de plástico, una piedra). Semanalmente los alumnos anotan la evolución de cada material. Seguidamente, se realiza una experiencia análoga sólo con objetos metálicos (clavo, alfiler, clip, cuchara de acero inoxidable, tornillo...) y se observa el comportamiento diferencial de los metales. La humedad es entonces percibida por el alumno como un factor que favorece la oxidación.

La **dureza** de los materiales se manifiesta en su capacidad para rayar o ser rayados. Para comprender lo que significa una raya el alumno puede rayar un trozo de madera con un lápiz y un clavo. Si la marca desaparece con una goma de borrar se trata sólo de un simple trazo. Una vez captado este concepto, puede ordenar diversos metales de a cuerdo sus durezas.

Puede estudiarse el **brillo** de este material, que puede ser intenso o mate, y comparar diferentes metales entre sí. Para ello puede usarse líquido limpiametales comercial, con lo que el alumno aprende que el brillo es una característica intrínseca del tipo de metal y que sólo modifica su magnitud por acción de la suciedad.

Los metales, a temperatura ambiente, presentan una **resistencia al desgaste superficial** que los distingue de otros materiales. La experiencia de poner un papel sobre una moneda o cualquier otra chapa de metal grabado y calcar la textura el alumno captará que resulta más fácil con metales que con otros materiales más blandos (plastilina)

Otra propiedad de los metales es su **resistencia a ser doblados**. Diversas pruebas sencillas permiten comparar de una forma práctica esta propiedad empleando alambres, papel de aluminio, clips, horquillas del pelo... Algunos de ellos presentan cierta posibilidad de deformación aún conservando la tendencia a volver a su forma original. Esto depende no sólo de la naturaleza del metal, sino de su forma. Los alumnos pueden verificar este comportamiento mediante la construcción de un muelle (que pueden conservar para cuando más adelante estudien las fuerzas).

2.3. Los conceptos de masa, volumen y densidad

La **masa** es la medida de la cantidad de materia, y se expresa en Kg o en unidades derivadas. Es conveniente que las experiencias diseñadas contribuyan a evitar ideas como que *los cuerpos de mayor tamaño tienen siempre más masa* o que *la masa es lo mismo que el peso*. La primera de ellas puede evitarse si se trata adecuadamente el concepto de densidad. Para la segunda puede ser útil visualizar cómo una misma masa (la de un astronauta, por ejemplo) no está igualmente atraída por el suelo en la Tierra que en la Luna (su peso ha variado... pero su masa es idéntica).

El **volumen** es la cantidad de espacio (en tres dimensiones) ocupada por un cuerpo material. Se expresa en m³ y sus respectivos múltiplos y submúltiplos.

Actividades basadas en la medición repetida de la superficie y el volumen de algunos objetos conocidos dan al alumnado una muy buena aproximación a la noción de volumen y a las unidades empleadas para expresarlo. Reglas mnemotécnicas como la regla de la escalera, y otras, ayudan a la costosa tarea de intercambiar entre diferentes múltiplos y submúltiplos de estas unidades.

Tras calcular matemáticamente el volumen de algún objeto conocido y de fácil cálculo (una canica esférica, un cubo de metal, un objeto prismático,...), resulta muy enriquecedor para el alumno verificar que, introduciendo ese objeto en una probeta graduada, la variación de volumen es igual al cálculo realizado.

La combinación de volumen y masa de un material nos lleva a hablar de su **densidad: una propiedad invariable de los cuerpos** que nos informa del grado de compactación de la materia que lo forma. Una buena aproximación al modo de transmitir este concepto es la siguiente: *Se le muestra una esfera de corcho y otra de plomo, ambas del mismo volumen, y se le pide que tome una en cada mano, notará que la masa de la esfera de plomo es considerablemente mayor.*

Entender, sin embargo, que **dos líquidos aparentemente iguales, pueden diferir en su densidad**, es algo más difícil. Mezclando agua con azúcar en diferentes proporciones se obtienen disoluciones de diferente densidad.

2.4. La materia cambia de estado físico

La transformación de un conjunto de cubitos de hielo en agua líquida y su posterior evaporación por el simple hecho de aumentar la temperatura ilustran al alumno en la idea de que **la materia puede transicionar entre tres estados físicos: sólido, líquido y gaseoso.**

Para la formación de las gotas de agua de lluvia ocurre lo siguiente: el agua pasa de vapor a líquido cuando, además de una temperatura y presión adecuadas, existe una partícula sólida (centro de nucleación) sobre la que puedan agregarse varias gotas. Por este motivo es más fácil la existencia de precipitaciones en ciudades que en su periferia.

2.5. Sustancias puras, mezclas y métodos de separación

Una buena introducción al concepto de mezclas y sustancias puras pasa por la interpretación de **todo sistema material** como **un conjunto**, más o menos apelmazado, **de partículas**, más o menos diferentes. Los escolares pueden llegar fácilmente a esta idea si realizan la siguiente experiencia. Se les da un barreño pequeño relleno de diferentes tipos de pasta, cereales y legumbres (macarrones, caracoles, lentejas, arroz,...). Ellos han de hacer una carrera para separar los componentes y rellenar pequeños vasitos de plástico en los que sólo haya partículas de un tipo. Han construido las sustancias puras. Pueden ahora, con la ayuda de pegamento, construir sus propios objetos tridimensionales (objetos sencillos de su experiencia cotidiana) para irse dando cuenta de que todas las cosas materiales están hechas de partículas de diferentes tipos, y que las podrían fragmentar hasta quedarse con las piezas constituyentes (los átomos) para construir otras diferentes.

2.6 Cambios químicos en la materia

Puede iniciarse al alumnado en el conocimiento de los cambios químicos mediante el **estudio de**

procesos simples. Uno muy adecuado es tratar de encender una vela en condiciones de presencia o ausencia de oxígeno. Al ver lo rápido que se apaga en el segundo caso, se pueden aprender dos cosas: que en una reacción pueden existir reactivos que no vemos, y que los reactivos se consumen en la reacción.

Puede resultar interesante ver que **los procesos químicos forman parte del funcionamiento de los seres vivos.** Para ello, mediante el clásico montaje de un vaso lleno de agua en el que se colocan de forma invertida un embudo y un tubo de ensayo lleno de aire, puede medirse la capacidad de un alga acuática para producir oxígeno. Sin saberlo, los alumnos están ante una experiencia del proceso de la fotosíntesis. Pueden ensayarse diferentes condiciones de estudio (luz/oscuridad; presencia de bicarbonato, otras que se les ocurran a ellos...).

3. EL ESTUDIO DE LA ENERGÍA

3.1. Concepto de energía y estudio de sus cualidades

La energía es la capacidad que tienen los cuerpos para realizar cambios o transformaciones. Es una magnitud familiar para el alumnado. Fácilmente se darán cuenta de que resulta necesaria para mantener el funcionamiento del cuerpo, calentar la casa, iluminar las calles,...

Previamente a la introducción del concepto de energía puede hacerse una experiencia sencilla. En dos recipientes iguales, uno (A) que permanecerá abierto y otro (B) cerrado de forma hermética los alumnos introducen la misma masa de cubitos de hielo. Se dejan reposar un par de días junto a la ventana. Los alumnos, finalmente, observarán lo ocurrido y pueden tratar de responder preguntas como *“¿se ha transformado la materia?”* *“En un congelador, esto no hubiera pasado ¿Quién ha dado el calor?”* *“¿Por qué en el A hay menos agua que en el B?”*. Es una buena forma de introducir ideas necesarias para entender la energía:

- la materia se transforma (puede cambiar sus propiedades iniciales de masa, volumen, aspecto, densidad...)
- para ello es necesaria la acción de un agente físico externo
- el contacto con otros sistemas (como por ejemplo el aire) favorece la transformación

La energía tiene diferentes modos de manifestarse. Así pues, tenemos energía...

- Cinética: la que tienen los cuerpos en movimiento (p.e. un coche)
- Potencial gravitatoria: la que tiene un cuerpo por estar a cierta altura del suelo (p.e. el agua de un embalse)
- Calorífica: la capacidad que tiene un cuerpo de aumentar la temperatura de otro cuerpo adyacente (p.e. brasas de una chimenea)
- Eléctrica: debida al movimiento de partículas cargadas (p.e. televisión)
- Química: encerrada en los enlaces de las moléculas (p.e. gas butano)
- Nuclear: asociada a cambios en los núcleos atómicos (p.e. radioterapia)
- Eólica: caso particular de energía cinética referente al movimiento del viento
- Radiante: causada por ondas electromagnéticas (p.e. energía solar)
- Sonora: causada por la vibración de las partículas del aire
- Geotérmica: almacenada en el interior de la Tierra (p.e. volcanes)

Debemos procurar, por otra parte, el aprendizaje de una serie de **propiedades de la energía.** El

alumno debe familiarizarse con tres ideas básicas:

- la energía se puede almacenar (se pueden estudiar las partes de una pila, leer el contenido energético de una serie de alimentos,, probar la energía almacenada en un músculo)
- la energía se transforma (que el alumno describa las diferentes formas de energía que hay desde que el agua está en una montaña hasta que llega a casa en forma de luz, que vea cómo la energía del carbón se transforma en calor...)
- la energía se transporta (cables de la luz, camiones de combustible fósil...)

3.2. Diferentes manifestaciones de la energía

a) La energía mecánica. Fuerzas.

Una **fuerza** es una acción física capaz de deformar un cuerpo o modificar su estado de movimiento/reposo. Se necesita siempre la existencia de dos cuerpos que interactúan para que esta magnitud se ponga de manifiesto. La unidad de medida de la fuerza es el Newton (N), que equivale a la fuerza necesaria para desplazar una masa de 1 Kg, a la distancia de 1 m.

El **efecto del punto de apoyo** en la eficiencia de la fuerza ejercida sobre un cuerpo, puede explicarse simplemente haciendo que un alumno trate de cerrar la puerta de clase con un dedo aplicándolo sobre diferentes puntos. Los experimentos tradicionales con palancas resultan muy explicativos también en este punto.

b) La energía calorífica

Existen demostraciones prácticas que, si bien han de ser directamente operadas por el docente por conllevar un riesgo, pueden servir para que los alumnos adquieran la noción de que **puede conseguirse frío o calor simplemente con modificaciones químicas cotidianas en los materiales**. Se pueden medir aumentos de la temperatura, empleando sustancias químicas, como el óxido de calcio, que desprenden calor en contacto con el agua.

c) El sonido

El **sonido** se produce como consecuencia de la **vibración mecánica de las partículas del aire**. Si esta vibración es de alta frecuencia, tenemos un sonido agudo. Si su frecuencia es baja, tenemos un sonido grave.

Situando una regla de plástico sobre el pupitre y dejando salir una porción de esta, el alumno obtendrá un sonido al hacer vibrar la parte saliente. Modificando la longitud del fragmento que sale de la mesa, podrá experimentar diferentes tonos (frecuencias) del sonido.

Entender **el sonido como un fenómeno que se propaga** en el espacio coincide con la intuición del alumno, que conoce cómo su intensidad se atenúa con la distancia.

d) La electricidad

Resulta particularmente conveniente en la introducción a este tipo de energía que el alumno experimente las manifestaciones de la electricidad estática. Veamos algunos ejemplos:

- pasando un peine varias veces por el pelo, al acercarlo otra vez sin llegar a tocar el pelo, el pelo irá a buscarlo.

- frotando un globo hinchado de aire, y acercándolo a una prenda de vestir, algunas fibras se dirigen al globo.
- frotando un bolígrafo con la ropa, éste provocará la desviación de pequeños trozos de papel de una superficie, de una fina corriente de agua,...

e) La luz

En este apartado, resultan de interés algunos experimentos relacionados con la óptica. El alumno sabe por experiencia que una cucharilla se ve curvada dentro de un vaso de agua, al igual que ocurre con su cuerpo al meterse en una piscina. Todos estos fenómenos tienen que ver con variaciones en la velocidad de transmisión de la luz y forman parte de lo que llamamos ilusiones ópticas.

El fenómeno de difracción de la luz, responsable de la aparición de un arco iris en los días soleados de lluvia, pueden ellos forzarlo experimentalmente. Se necesita un prisma de cristal y una fuente de luz puntual. El rayo atravesará el prisma desglosándose y mostrando todos los colores de que estaba compuesto.

4. CONCLUSIÓN

Las actividades de trabajo experimental no son simples procedimientos mecánicos. Es necesario un esfuerzo docente paralelo centrado en potenciar una serie de capacidades comunes a muchas ramas del currículo: pensar, hablar, observar, escuchar... y, sobre todo, hacerse preguntas, ayudar a los alumnos a dudar. Debemos dar importancia a las preguntas que se plantean los alumnos, emplear tiempo en mostrarles cuáles de ellas son relevantes, qué tendrían que hacer para resolverlas, de alguna forma dar importancia a su duda, conscientes de que el pensamiento científico no es una cualidad innata de las personas y que las ideas, para transformarse en evidencias, necesitan recorrer un largo camino de razonamiento en el cual casi siempre la pregunta es el inicio.

Con mucha frecuencia, la aparente seguridad de impartir unos contenidos cerrados o el control de la dinámica de la clase que se sitúa como valor preferente, nos hacen perder de vista a los docentes la importancia de la ambigüedad en el pensamiento científico y perdemos el hábito de hacer preguntas arriesgadas para tratar de resolverlas con los alumnos.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ARCÀ, M. (1990) *Enseñar ciencias*. Ed. Paidós. Barcelona.
- HARLEN, W. (1998) *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Ministerio de Educación y Cultura.
- PUJOL, R.M. (2003) *Didáctica de las ciencias en la Educación Primaria*. Ed. Síntesis.
- VVAA (1993) *Vamos a descubrir. Conocimiento del medio natural, social y cultural*. Guía didáctica. Ed. Akal. Madrid.
- VVAA. (2002) *Las ciencias en la escuela: Teorías y práctica*. Ed. Graó. Barcelona.