

# ***LAS IDEAS PREVIAS DEL ALUMNADO EN CIENCIAS: UNA RECOPILOCIÓN SOBRE LOS NÚCLEOS DE CONTENIDOS DEL PRIMER CICLO DE LA E.S.O.***

*Manuel Luna Pérez  
y Emilio Solís Ramírez*

## RESUMEN

En este artículo se abordan algunas de las ideas previas o esquemas alternativos de los alumnos y alumnas, que se pueden considerar más relevantes en relación con los núcleos de contenidos que normalmente se vienen impartiendo en el Primer Ciclo de la E.S.O. También se realiza una pequeña introducción sobre su importancia y algunas sugerencias de orden metodológico.

## SUMMARY

In this article are approached some of the previous ideas or alternative plans of the pupils, that they can be considered more relevant in relationship to the content kernels than normally are come imparting in the First Cycle of the E.S.O. Also it is accomplished a small introduction on your importance and some methodological order suggestions.

## NOTA PREVIA

El presente artículo tiene su origen en una ponencia impartida por los autores en los Cursos de Desarrollo Curricular para profesores y profesoras que implantaban el Primer Ciclo de la E.S.O., en el área de Ciencias de la Naturaleza. Debido a esto lo consideremos como un documento de trabajo que pueda servir como punto de partida para una reflexión y/o una profundización sobre las ideas previas de los alumnos y alumnas y sus posibles implicaciones metodológicas.

## INTRODUCCIÓN

Una de las cuestiones que más amplio consenso provoca entre los investigadores en Didáctica de las Ciencias, es admitir que el proceso de enseñanza-aprendizaje no es un proceso lineal y simple, sino que depende de multitud de factores de todo orden: social, psicológico, cultural, etc.

Dentro de esta amplitud de factores hay uno, que por su importancia, ha dado lugar a un mayor número de trabajos. Según Pfundt y Duit (Furió, 1996) en 1993 se contabilizaron hasta un total de 3.000 referencias de artículos al respecto. Este tema de estudio, comienza a mediados de los años 70 (Gil, 1993) y es el relacionado con las ideas previas, preconcepciones o concepciones alternativas de los alumnos sobre las ideas científicas. Estos términos, junto con el de error conceptual, aunque representan distintas tendencias o líneas de investigación, podemos considerar que disfrutaron de un consenso y de una connotación conceptual aproximada y válida para el trabajo que aquí nos proponemos realizar.

Ya en 1938, Bachelard, citado por Gil (1991), decía: "Me ha sorprendido siempre

que los profesores de ciencias, en mayor medida, si cabe, que los otros, no comprendan que no se comprenda (...) No han reflexionado sobre el hecho de que el adolescente llega a clase de física con conocimientos empíricos ya constituidos: se trata, pues, no de adquirir una cultura experimental, sino más bien de cambiar de cultura experimental, de derribar los obstáculos ya acumulados por la vida cotidiana".

Son numerosos los autores y autoras que se han dedicado a realizar una investigación profunda sobre este tema. Unos a nivel de estudios teóricos y/o completos, Bullejos et al. (1992), Cubero (1987), Driver et al (1985,1989,1992) Gil (1993), Hierrezuelo y Moreno (1991), Llorens Molina (1991), otros con estudios sobre ideas alternativas en conceptos concretos cuyas referencias se pueden encontrar en revistas como Enseñanza de las Ciencias (Barcelona-Valencia) Investigación en la Escuela (Sevilla), Alambique (Barcelona) y otras.

A partir de ahora y para evitar repeticiones innecesarias no indicaremos de forma exhaustiva, el origen de las citas que se realicen, entendiendo que su origen es el que acabamos de exponer y que se explicitarán en la correspondiente bibliografía al final de este documento.

## POSIBLE CATÁLOGO DE IDEAS PREVIAS O ESQUEMA ALTERNATIVOS EN EL ÁREA DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA

Admitiendo como posible secuenciación de contenidos para el Primer Ciclo de la ESO, el que aparece en el Anexo-I de la Orden de 28 de octubre de 1993 (B.O.J.A. de 7 de diciembre), vamos a intentar resumir las concepciones más habituales que tienen los alumnos y alumnas respecto a dichos

contenidos y a continuación ver su posible tratamiento didáctico y metodológico.

Los bloques de contenidos que en dicho Anexo se proponen para el Primer Ciclo de la E.S.O., son:

1. Los seres vivos: diversidad y organización.
2. La unidad de funcionamiento de los seres vivos.
3. Las personas y la salud.
4. Los materiales terrestres.
5. Los cambios en la superficie sólida del planeta.
6. Los cambios geológicos en el tiempo.
7. La tierra y el universo.
8. Propiedades de la materia.
9. La naturaleza de la materia: cambios físicos.
10. La naturaleza de la materias: cambios químicos.
11. Energía y calor.
12. Luz y sonido

Los contenidos de los seis primeros bloques entran de lleno en el ámbito de las disciplinas de Biología y Geología, los cinco últimos (del 8 al 12 inclusivos) tienen una clara conexión con los contenidos disciplinares de la Física y la Química, y el número 7 se encuentra a caballo entre las cuatro disciplinas que componen el área y su tratamiento puede ser claramente interdisciplinar.

Dentro de estos bloques de contenidos se encuentran incluidos gran cantidad de conceptos que deben ser tratados de acuerdo con la profundidad que el ciclo requiere y cuyos comentarios se encuentran recogidos tanto en el Anexo II, correspondiente al área de Ciencias de la Naturaleza, del Decreto 106/92 de 9 de Junio (B.O.J.A. de 20 de Junio) por el que se define el Currículum de dicha área y en la Orden de Octubre de 1993 (B.O.J.A. n.º 133 de 7 de Diciembre) por la que se establecen criterios y orientaciones para la elaboración de

Proyectos Curriculares de Centro, la secuenciación de contenidos, así como la distribución horaria y de materias optativas en la E.S.O.

A continuación intentaremos resumir los contenidos de cada uno de los bloques anteriores y las ideas previas y obstáculos más importantes con los que se enfrentan los alumnos y alumnas de este nivel.

#### Los seres vivos: diversidad y organización

En este bloque se abordan conceptos tales como ser vivo, diversidad, clasificación y suelo.

Frecuentemente los alumnos suelen identificar ser vivo con animales, por lo que la diversidad queda restringida a este reino, y dentro de éste a los animales de gran tamaño y frecuentemente exóticos. También proceden a identificar a los animales por características poco científicas tales como el número de patas, el tamaño o el hábitat.

La clasificación les resulta difícil por carecer de criterios adecuados, por lo que los criterios que utilizan son distintos de los que usa la comunidad científica actualmente y no encuentran conexión entre las técnicas de clasificación y la necesidad de usarlas con problemas de la vida diaria. No obstante hay que reseñar que los criterios que suelen utilizar (p.e. voladores o no voladores) han sido utilizados en algún momento de la historia de la ciencia.

En relación con el suelo, las ideas que manejan los alumnos son básicamente de tres tipos: a) el suelo como superficie inerte o de soporte para pisar, edificar o simplemente estar b) el suelo como producto de acarreo y sedimentación de productos de diversa índole y c) el suelo como producto de la alteración de las rocas. (Yus y Rebollo, 1992).

### La unidad de funcionamiento de los seres vivos

Este bloque de contenidos trata aspectos relativos a fotosíntesis, funciones de relación, generación espontánea, célula y microorganismos.

En relación con la fotosíntesis muchos alumnos consideran que las plantas incorporan sustancias procedentes del suelo a través de las raíces, ignorando el papel del dióxido carbónico. Asocian fotosíntesis a la respiración y no a la nutrición. La fotosíntesis y la respiración son procesos que se realizan de manera independiente: la fotosíntesis durante el día y la respiración durante la noche.

Las dificultades que presentan los alumnos para adquirir el concepto de célula viene dada por la percepción que tienen de su organismo a nivel macroscópico y es difícil explicar su funcionamiento a partir de la organización pluricelular. Los alumnos pueden observar células como si fueran ladrillos de un edificio pero no pueden observar células en funcionamiento, puesto que los procesos metabólicos sólo se pueden inferir de experimentos pero no pueden percibirse directamente por los sentidos. Los alumnos suelen representar la célula mediante dos círculos concéntricos (modelo "Huevo frito") y sin volumen. Atribuyen a la célula características de los seres vivos, así por ejemplo si una célula no se traslada no es una célula.

Defienden posturas espontaneístas en relación al origen de la vida. De la materia orgánica en descomposición aparecen gusanos y "bichos" en general.

Los microorganismos son considerados generalmente como perjudiciales.

Sistema nervioso y cerebro son independientes. Si un animal tiene sistema nervioso se traduce en una serie de comportamientos concretos: dolor, correr, pensar,

etc. Entre los animales, la atribución de sistema nervioso a los vertebrados es mayor que a invertebrados, en líneas generales. Hay excepciones significativas como que el pulpo y la mosca tienen un % de respuestas cercanas a los vertebrados, mientras que los peces y las serpientes se acercan a los invertebrados. (Serrano, 1988)

### Las personas y la salud

Se abordan en este bloque conceptos tales como nutrición humana, salud, cambios corporales relacionados con la madurez sexual.

En relación con la nutrición humana consideran que los alimentos que más engordan son el pan, los dulces y las carnes, mientras que los alimentos favorecedores del crecimiento son la leche, pescado y fruta. Existe confusión entre las funciones proteínicas de la carne, que se confunden con los hidratos (Pozuelo y Travé, 1993). Asocian el término alimento a cualquier producto que ingresa en nuestro organismo y que es capaz de saciar el hambre.

La concepción de nutrición se aproxima mucho a la digestión. Banet, E, y Núñez, F. (1996) han realizado estudios sobre las concepciones de los alumnos en relación a los procesos que tienen lugar en el tubo digestivo, habiendo obtenidos las siguientes conclusiones: Papel preponderante del estómago en el proceso digestivo, con desconocimiento de las acciones que tienen lugar en otros órganos (son un tubo que debe recorrer el alimento); la digestión se identifica como un proceso mecánico que produciría la trituración o el desmenuzamiento de los alimentos. Como los alimentos están formados por sustancias buenas o aprovechables, los resultados de este proceso sería la obtención de estas sustancias (proteínas y vitami-

nas). En relación con los procesos que sufren los nutrientes una vez finalizada la digestión, los alumnos consideran los siguientes: a) recorren el tubo digestivo sin incorporarse a la sangre b) son recogidos por la sangre pero no llegan a las células c) son recogidos por la sangre y llegan a las células pero no a todas (pulmones y huesos).

La salud se asocia a la ausencia de enfermedad. El "estilo de vida" es el factor que más afecta a la salud, seguido del medio ambiente. Para mejorar la salud en primer lugar hay que controlar la alimentación, no fumar, no consumir alcohol y hacer ejercicio (Dapía, M<sup>a</sup>. D. et al, 1996).

En relación con aspectos relacionados con la reproducción conceden más relevancia a un sexo que a otro en relación con la fecundación: preformismo masculino (el espermatozoide es el responsable de la aparición del bebé pues lo lleva en su interior), preformismo femenino ( el óvulo es el responsable de la aparición del bebé, ya que contiene un embrión del mismo) y epigénesis (el bebé se desarrolla a partir de una mezcla formada entre espermatozoide y una parte de la mujer). Utilizan modelos preformistas para explicar el desarrollo. Confusión entre menstruación y ovulación.

### Los materiales terrestres

Se tratan contenidos tales como rocas, minerales su origen y formación.

Generalmente los alumnos consideran que las rocas son inalterables con el tiempo, y que únicamente la atmósfera, el agua y los seres vivos están sujetos a cambios. Las rocas son materiales duros y resistentes. Persistencia del uso de la palabra piedra como definición de roca. No existe diferencia entre roca y mineral. El color es el criterio principal para clasificar rocas y minerales.

En relación con la edad de las rocas piensan que tienen la misma antigüedad, aunque algo menor, que la Tierra o bien se han formado por diferentes procesos con posterioridad a la formación de la Tierra.

En relación con el proceso de formación de las rocas lo atribuyen básicamente a procesos sedimentarios y volcánicos.

### Cambios en la superficie sólida del planeta

En este bloque se trabaja como contenido fundamental los cambios geológicos en la superficie terrestre, meteorización, erosión y el agua como agente geológico.

Los procesos geológicos los suelen percibir de manera discontinua y catastrofista. Dificultades por la doble dimensión: espacial y temporal que conllevan estos procesos. La superficie terrestre es estática. Los materiales erosionados son materiales que desaparecen, sobre todo si han sido disueltos. Solamente hay cambio si existen procesos erosivos o externos o incluso procesos volcánicos, pero no debido a procesos intrusivos o metamórficos.

Las montañas se forman por diferentes procesos: sedimentación, choque de placas, fuerzas horizontales opuestas, arrugamiento de la corteza, volcanes,...

La erosión y el transporte son los procesos geológicos externos que utilizan más frecuentemente. Relacionan de manera errónea el desgaste sufrido por los materiales, con el concepto de disolución. Desconocimiento del término meteorización.

### Los cambios geológicos en el tiempo

Se tratan contenidos relativos a fósil y tiempo geológico.

En relación con el origen de los fósiles el error más difundido consiste en identificar fósil con resto orgánico, sea éste concha o esqueleto. Las impresiones de peces y hojas en las rocas se interpretan "por morir el animal pegado a las roca" o por quedar la hoja "incrustada" en la piedra. No suelen percibir las transformaciones que ocurren después del enterramiento hasta que se forma el fósil (Lillo, 1994). La presencia de fósiles en las montañas se explica por el retroceso del mar, no por el levantamiento de las montañas.

En conexión con el bloque anterior (cambios externos) presentan dificultades los alumnos para manejar segmentos de tiempos superiores a la escala de vida humana junto con dificultades para simultaneizar procesos.

### La tierra y el universo

Los aspectos a destacar en las posibles ideas alternativas que los niños y niñas tienen sobre la Tierra se mueven en torno a tres conceptos fundamentales: La forma de la Tierra, la naturaleza del cielo y el "espacio" que la rodea y la cuestión de la "dirección hacia abajo".

Por resumir podríamos decir que existe un "continuo de ideas" que se mueven desde el extremo de: Tierra plana, fondo limitado (espacio) y dirección hacia abajo independiente de la Tierra, hasta otro extremo coincidente con las ideas científicas que serían: Tierra esférica, espacio expandido por todas partes y dirección hacia abajo en relación con la Tierra.

Según estudios realizados en distintos países (Nussbaum, en Driver et al., 1991), alrededor de un 60 a un 80 % de los alumnos entre 12-14 años están cerca o en el extremo correspondiente al estado más

avanzado. Esto quiere decir que entre un 20-40 % de alumnos y alumnas tienen concepciones que corresponden más a una visión más "egocéntrica", en el sentido que Piaget utilizaba este término.

### Propiedades de la materia

En este bloque de contenidos se encuentran conceptos fundamentales para el desarrollo posterior del área, ya que engloba aspectos primordiales para entender cuestiones más avanzadas y porque se trabajan conceptos de amplio uso en la vida cotidiana: volumen, masa, peso, densidad, temperatura, etc.

Respecto a la masa una de las ideas más acentuadas es la ausencia de masa en los gases. Para los alumnos los gases no "pesan". Es importante remarcar por tanto que los gases son materia al igual que los sólidos y los líquidos.

El volumen presenta varias dificultades. Una de ellas es el de relacionar el volumen directamente con la altura del objeto o del recipiente que lo contiene, en el caso de sólidos y líquidos. En el caso de los gases la dificultad planteada es análoga a la de la masa. Los gases, al ser invisibles en la mayoría de los casos, no ocupan un lugar en el espacio (no tienen volumen).

La densidad, como magnitud que no se puede medir directamente como la masa y el volumen, presenta problemas a la hora de introducirla debido a la noción de proporcionalidad que implica. Existe confusión a estas edades entre ligero o denso con más pesado o menos pesado.

En cuanto a la temperatura, los estudiantes piensan entre otras cosas, que la temperatura es una mezcla del calor y frío que posee el cuerpo, confundiéndola con el concepto de calor. (Como ejemplos frases

del tipo: "la temperatura es la cantidad de calor de un cuerpo" y otras). Asimismo otra idea bastante extendida es que la temperatura depende de la naturaleza de la sustancia. Los metales son "fríos" y la lana es "caliente". En estas ideas influyen bastante las experiencias sensoriales directas y son bastante difíciles de erradicar.

#### La naturaleza de la materia: cambios físicos

En este bloque de contenidos aparecen dos aspectos bastante importantes relacionados con las ideas que los alumnos y alumnas tienen sobre la constitución de la materia y sobre los cambios de estado.

En general la mayoría de los estudiantes intentan utilizar para explicar los fenómenos que se le pueden plantear, propiedades más relacionadas con el mundo "macroscópico". más cercanas a las dimensiones "físicas" del mundo real que las "microscópicas" del modelo corpuscular.

En relación con la idea anterior, los niños y niñas a estas edades, ven la materia como algo continuo, en concordancia con esa visión macroscópica que antes apuntábamos. Les resulta difícil hacerse una idea del tamaño de los átomos y moléculas (pueden creer que son como las partículas de polvo que se observan al trasluz).

En el supuesto que ya estemos trabajando con la idea corpuscular de la materia, la mayoría piensa que entre una partícula y otra existe "algo" (polvo, aire, oxígeno, etc.) y muy pocos señalan que no existe nada.

Por otra parte a los alumnos y alumnas a estas edades, les resulta bastante complicado admitir una visión no estática de la materia. Coincidiendo con las ideas que del reposo y movimiento tienen en relación con los cuerpos, piensan que las partículas que

componen la materia no saldrán de su estado de reposo a no ser que algo altere dicho estado. Es por eso que si distinguen entre el aire en calma y el aire en movimiento y no es de extrañar que atribuyan a las partículas del aire las propiedades que el aire tiene en su conjunto.

Respecto a los cambios de estado, existen dos fuentes de ideas alternativas, una relacionada con las variaciones de temperatura y el calor puesto en juego en el proceso y otra los procesos que se dan en el seno de la materia en un cambio de estado. Así, por ejemplo, las burbujas que se forman en el proceso de ebullición de un líquido pueden ser interpretadas de diferentes maneras: aire que estaba contenido en el líquido, hidrógeno, oxígeno, ambos gases o incluso calor que pasa de la estufa al aire a través del agua.

#### La naturaleza de la materia: cambios químicos

Este es uno de los núcleos de contenidos que tienen un tratamiento recurrente a lo largo de la etapa, es decir, se vuelve a retomar en el 2º ciclo. En este sentido será necesario tener en cuenta el nivel de concreción que se trabaje en dicho bloque. Dentro de este núcleo se abordan conceptos relacionados con la teoría atómica y con las reacciones químicas.

Uno de los principales obstáculos que suelen encontrar los estudiantes a esta edad es la distinción entre transformación física y transformación química. Uno de los ejemplos más claros de esta cuestión es el de considerar los cambios de estado como cambios químicos. Esto probablemente se pueda deber a que, entre otras razones por estudios previos, asocian el cambio químico con la aparición de sustancias nuevas o con

el cambio de alguna de sus propiedades ( el hielo es nuevo frente al agua líquida y presenta propiedades macroscópicas diferentes, por ejemplo).

Parece ser que la mayoría de los alumnos presentan dificultades en la comprensión del concepto de transformación química debido al desarrollo de lo que se llama la idea de conservación de la sustancia. Según esta idea cada sustancia se conserva pase lo que pase. Según De Vos y Verdonk (1985) que han solicitado a los alumnos que describan una molécula de herrumbre, algunos dibujan un círculo oscuro y dicen que el interior del círculo es hierro y la circunferencia herrumbre, que es percibida como hierro con algunas de sus propiedades modificadas.

Otras de las dificultades más importantes es la relacionada con la confusión terminológica que se produce cuando se intenta introducir un modelo, de acuerdo con la teoría corpuscular de la materia, entre los términos: átomo, partícula, molécula y entre compuesto, elemento y sustancia pura.

### Energía y calor

Debido a la importancia que el concepto de Energía tiene para estudiar todas las transformaciones que se puedan dar en la Naturaleza y al mismo tiempo la gran complejidad que el propio concepto presenta por sí mismo, se deberá prestar mucha atención en lo que respecta a su formulación e introducción en este Ciclo. Por otra parte, el concepto de Calor, fue uno de los que el hombre antes empezó a utilizar. Pensemos por ejemplo, en el descubrimiento del fuego y su utilización por las antiguas civilizaciones. No obstante esta circunstancia, el concepto de calor, ha sido uno de los que ha tardado más tiempo en ser aclarado tal y

como hoy se entiende como energía en "tránsito" entre un sistema y otro.

Respecto al calor, una de las cuestiones más importantes es su confusión, como ya se apuntaba en el apartado Propiedades de la materia de este documento, con el término temperatura. A su vez algunos alumnos consideran al calor como algo material con carácter de sustancia. Esta idea coincide, como otras muchas ideas alternativas de los alumnos, con las que tuvieron científicos en épocas anteriores de la historia de la Ciencia. En este caso con la que Lavoisier tenía del calor. En la primera clasificación de elementos que este científico realizó, el calor y la luz figuraban como dos elementos más junto a sustancias como el hierro por ejemplo. Finalmente el calor es considerado por los alumnos, como algo estático que reside en los cuerpos. En gran parte esta idea es coincidente con la teoría del calórico del siglo XVIII - XIX, olvidando su carácter de energía transferida como apuntábamos al principio de este apartado.

Otras posibles ideas alternativas que surgen respecto al calor, es la de asociación con la fuente que lo genera, asociar el calor con el estado y con la temperatura del sistema material (caliente o frío), ya indicado en otros momentos. También es posible asociar el calor con los efectos que produce: fatiga, sudor, etc. Son muy pocos los alumnos que relacionan el calor con la energía y esto nos da pie para hablar del otro concepto que indicábamos al principio de este apartado, la energía.

El empleo del término energía en la vida cotidiana con significados diferentes al que científicamente se le atribuye, hace que las ideas previas de los alumnos se vean muy influenciadas por esta confusión terminológica. En este sentido parece que pueden ser claras las asociaciones de la energía con los seres vivos, la idea de que la energía

puede gastarse y el asociar la energía al combustible, no como una propiedad de este.

En otro orden de cosas es bastante frecuente la identificación de los términos fuerza y energía así como el asociar la energía con mucha frecuencia a las cosas en movimiento o que realizan alguna actividad.

Finalmente apuntar que muchos alumnos y alumnas son capaces de explicar los fenómenos que se les pueden plantear, tanto en el aula como fuera de ella, sin necesidad de introducir o utilizar la energía como elemento a considerar en dicha explicación.

### Luz y sonido

Según Driver et al (1992), podemos distinguir varios aspectos en el estudio de la luz. La luz propiamente dicha, las sombras, la propagación, la reflexión, etc.

En cuanto a la luz propiamente dicha, los alumnos y alumnas de estas edades, como con otros conceptos, suelen asociar la luz o bien con la fuente que la produce (luz, bombilla, etc.) o con los efectos que produce (zonas iluminadas) en lugar de una entidad espacial que se sitúa en el espacio entre la fuente que la origina y los efectos que produce. Conforme aumenta la edad y su estado de desarrollo, los niños y niñas progresan hacia este último concepto que es el desarrollado por los físicos.

Respecto a la sombra, una interpretación frecuente es la de considerar la sombra como una luz más oscura y a lo más, llegan a identificar la forma de la sombra con el objeto que la produce. En edades algo más superiores (13-14 años) se comienza a progresar hacia la idea de que la luz se encuentra y/o atraviesa los cuerpos que se encuentra en su camino y por detrás se observa la sombra. No obstante estos avances, siguen

coexistiendo las ideas de asociación "luz-fuente" y/o "luz-efecto" con las ideas más avanzadas respecto a ese concepto.

Respecto a la propagación de la luz, raras veces asocian la idea de movimiento de la luz a través del espacio. Esta idea es más bien extraña a los niños. Como apunta Perales (1994), puede ser debido a que su elevada velocidad la convierte en un proceso prácticamente instantáneo y, por consiguiente, con una apariencia estática. Una niña de 12 años (Driver et al, 1991), comenta que la luz unas veces se mueve y otras no. Por ejemplo la bombilla del techo no se mueve, en cambio la de una linterna o la de un coche sí aunque si identifican la luz con el sol, este no se mueve. Estas ideas no implican necesariamente que los niños a estas edades no representen la luz con rayos que se propagan en línea recta. Pueden tener completamente disociada la idea de movimiento con la de propagación en línea recta.

Finalmente algún comentario acerca de la idea que sobre la visión tienen los alumnos (Hierrezuelo y Moreno, 1991). Para la mayoría de los alumnos existe una estrecha relación entre la luz y la visión. En la mayoría de las interpretaciones que los alumnos dan sobre la visión, la luz es necesaria para ver, pero para la mayoría de ellos sólo interviene para iluminar los objetos. Sólo una parte considera al ojo como agente activo, pero no todos los que lo hacen consideran el ojo como agente receptor de luz sino con algo que sale de los ojos hacia el objeto.

No son muchos los estudios conocidos acerca del sonido, y parece que existen algunas dificultades en el paso de la propagación del sonido en el aire, que es clara, a la de un medio sólido que presenta más dificultades.

También es necesario hacer hincapié en la relación entre el sonido y la vibración

del cuerpo que lo produce así como que el sonido se propaga en el espacio sin transportar más que energía y no partículas.

#### POSIBLES SUGERENCIAS DE ORDEN METODOLÓGICO

Siguiendo con la indicación que figura al comienzo de este documento, no es posible por razones de espacio, tiempo y de otra índole realizar aquí el desarrollo de una propuesta metodológica completa, ya que además dichas propuestas se encuentran suficientemente desarrolladas en la bibliografía y en los documentos oficiales que desarrollan el curriculum de nuestra área. Solamente daremos unas pinceladas que orienten nuestro futuro trabajo, tanto en el aula como en las posibles actividades de formación y/o autoformación que los profesores y profesoras puedan proponer o se promuevan desde las instancias correspondientes.

Si admitimos, en líneas generales, que las ideas expuestas en el Catálogo anterior están presentes en la mente de nuestros alumnos y alumnas, tendremos que plantearnos unas estrategias de enseñanza - aprendizaje, que nos permitan, de la mejor manera posible, la sustitución progresiva y paulatina de dichas ideas alternativas por las ideas que científicamente se consideran en la actualidad correctas. No obstante este proceso de sustitución de unas ideas por otras parece que presenta ciertas dificultades. Estas dificultades pueden venir derivadas de las características de estas ideas alternativas de los alumnos y sobre todo de su persistencia y resistencia a ser cambiadas por las que llamaremos ideas científicas. Según Cúberro, 1987 en García T., 1995, existen diversos factores que explican dicha persistencia:

1) Cada idea o creencia sobre un concepto se encuentra enmarcada en una es-

tructura superior y más amplia de ideas que forman toda una estructura teórica.

- 2) Determinadas estrategias y procesos cognitivos contribuyen al mantenimiento de las mismas.
- 3) Como consecuencia de lo anterior, los alumnos no incorporan las nuevas ideas a sus esquemas de conocimiento sino que pueden mantener sistemas de creencias paralelos.
- 4) La llamada "epistemología del sentido común" que se pone de manifiesto sobre todo en la cultura y el lenguaje que maneja el alumno.
- 5) La misma instrucción escolar aporta elementos para el mantenimiento de esas ideas, ya sea por las propias preconcepciones del profesor o profesora o por la forma en que se trasmite la información o por la presentación que los libros de texto y materiales curriculares hacen de los propios conceptos.

A la vista de lo anterior, las líneas de investigación abiertas en la Didáctica de las Ciencias van encaminadas, utilizando una terminología u otra pero avanzando más o menos en una determinada dirección, hacia un modelo de aprendizaje que proponga la sustitución de estas ideas por otras científicamente más correctas. Como ideas generales de este modelo, enmarcado en una visión filosófica de la ciencia y del aprendizaje, llamado constructivismo, podemos citar, según R. Driver, (citada en García T. y otros, 1995):

- a) Lo que existe en la mente de los alumnos antes del proceso de instrucción tiene una importancia fundamental.
- b) Encontrar sentido supone establecer relaciones.
- c) Al aprender el alumno construye activamente significados, y
- d) El alumno es el responsable de su propio aprendizaje.

Para poder conseguir este cambio conceptual y admitiendo las ideas anteriormente expuestas, es necesario, al menos, que los alumnos pueda explicitar las ideas alternativas que poseen sobre el concepto a trabajar, que pueda entrar en conflicto con la idea que la ciencia le propone de forma que le produzca cierta insatisfacción frente a sus concepciones y que las nuevas ideas le expliquen nuevas situaciones y nuevos problemas que probablemente antes quedaban mal resueltos o sin resolver.

Esto implica que las actividades de clase deberán tener una determinada secuencia de desarrollo, que no todas las actividades tendrán el mismo nivel de profundidad ni de complejidad, que el desarrollo de la instrucción deberá ser variado y recoger todas las posibles formas de intervención, permitiendo la discusión y el debate, el trabajo en equipo, la puesta en común, las intervenciones del profesor, etc., es decir, como corolario del cambio conceptual que se pretende en nuestros alumnos, es imprescindible un cambio metodológico en el desarrollo de la instrucción que permita, facilite y ayude a dicho cambio.

No se trata de hacer "tabula rasa" de todos nuestros conocimientos y toda nuestra experiencia profesional, sino, precisamente partiendo de este bagaje, ir construyendo de forma progresiva un modelo didáctico personal, que nos permita acercarnos, sin angustias ni recelos, a una situación más acorde con lo que parecen ser las líneas de investigación llevadas a cabo en los últimos años en el terreno de la Didáctica de las Ciencias y de la que existen suficientes testimonios en las revistas y bibliografía especializadas.

Algunas sugerencias realizadas por Osborne y Witrock (1983-1985) y citadas por Hierrezuelo y Moreno (1991), para intentar llevar a cabo la tarea reseñada en el párrafo anterior podrían ser:

- a) Se debe hacer explícito a los alumnos qué se pretende con el tema o la actividad, de manera que puedan reconstruir por si mismos el problema que ha de ser resuelto o la tarea de aprendizaje de la que se trate.
- b) El profesor debe alentar a sus alumnos a que se hagan preguntas ellos mismos y a los demás, buscando siempre el porqué de las cosas; desarrollar las destrezas "interrogativas" de los alumnos es una tarea de la máxima importancia para la educación científica.
- c) El profesor debe animar a sus alumnos a que asuman la responsabilidad de su propio aprendizaje, inculcarles la idea de que el éxito o el fracaso, al dar sentido a su experiencia o para comprender las ideas de los demás, depende de su propia actividad.
- d) El profesor debe escoger problemas, cuestiones o actividades que sean llamativas para los alumnos.
- e) El profesor debe asegurarse que los alumnos que hacen un esfuerzo se encuentran con el éxito y que éste se perciba, en gran medida, como consecuencia de sus propios méritos.

Finalmente, podríamos añadir que el profesor debe ser una guía para el aprendizaje de los alumnos, desplegando una continua actividad de interacción con los alumnos y con los grupos de alumnos, propiciando argumentos a favor y en contra de las ideas y conceptos expuestos, etc. No existe ningún material de clase que pueda sustituir al profesor en esta importante labor.

## BIBLIOGRAFÍA

- BANET, E. y NÚÑEZ, F. (1996): Actividades en el aula para la reestructuración de ideas: un ejemplo relacionado con la nutrición humana. *Investigación en la escuela* n° 28, pp. 35-58.

- BULLEJOS, J. Y OTROS. (1992): Ciencias de la Naturaleza, Educación Secundaria. Ciclo 12-14, Primer curso. Libro de comentarios. Ed. Elzevir, Vélez- Málaga (Málaga).
- CUBERO, R. (1989): Como trabajar con las ideas de los alumnos, Diada Editoras, Sevilla.
- DAPÍA, M<sup>a</sup>. D. ET AL (1996): Utilización de las preconcepciones de los estudiantes acerca de la salud en el diseño, implementación y evaluación de una unidad didáctica. *Investigación en la Escuela n° 28* pp. 95-101.
- DE VOS y VERDONK (1985, 1986 y 1987): A new road to reactions, Journal of Chemical Education vol. 62, 63 y 64, traducción Carlos Sampedro Villasán.
- DRIVER, R. ET AL. (1991): Ideas científicas en la infancia y la adolescencia, MEC - Ed. Morata, S.A., Madrid.
- FURIÓ MAS, C. (1996): Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. resultados y tendencias. *Alambique (7)*, pp. 7-17.
- GARCÍA T. y SOLÍS R. (1995): Materiales Didácticos CAP, Física y Química. ICE Universidad de Sevilla, Sevilla.
- GIL PÉREZ, D. (1993): Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. Tendencias e Innovaciones, MEC - Ed. Popular, S.A., Madrid.
- HIERREZUELO M. J. Y MORENO, A. (1991): La ciencia de los alumnos, Ed. Elzevir, Vélez-Málaga (Málaga).
- LILLO BEVIÁ, J. (1994): Análisis de errores conceptuales en Geología a partir de las expresiones gráficas de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (1). pp. 39-44.
- LLORENS MOLINA, J. A. (1991): Comenzando a aprender química, Aprendizaje - Visor, Madrid.
- PERALES PALACIOS, F. J. (1994): Enseñanza de la Óptica. *Alambique (1)*, pp. 133-137.
- POZUELO, F. y TRAVÉ, G. (1993): Algunas ideas, hábitos y conductas de los alumnos y alumnas de Educación Primaria sobre alimentos y alimentación. *Investigación en la Escuela n° 21*, pp. 107-121.
- SERRANO, T (1988): Reconstruir las ideas de los alumnos. Representaciones sobre el sistema nervioso al finalizar la E.G.B. *Investigación en la Escuela n° 6*. pp. 95-107.
- VARIOS, (1995), Cuadernos de Educación Secundaria Obligatoria. Documentos para el Profesorado. Número 1: Área de Ciencias de la Naturaleza. Delegación Provincial de la Consejería de Educación y Ciencia, Sevilla.
- VARIOS, (1996), Revista Alambique de Didáctica de las Ciencias Experimentales. n° 7, monográfico sobre: Las ideas del alumnado en Ciencias, Ed. Graó, Barcelona.
- YUS, R. y REBOLLO, M. (1992): Concepciones de los alumnos de 12/17 años sobre el suelo y procesos edafogenéticos: implicaciones para su enseñanza en la etapa Secundaria Obligatoria. *VII Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Santiago de Compostela*, pp. 203-220.

*Manuel Luna Pérez y  
Emilio Solís Ramírez  
Asesores de CC.EE. CEP de Sevilla*