que más nos deben preocupar a los docentes– sea su persistencia a pesar de la instrucción reiterada –como se aprecia en las figuras 2 y 5–, lo que pone de manifiesto, de alguna manera, el fracaso de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, como se afirma en la respuesta a la segunda de las cuestiones formuladas al comienzo de este artículo, es posible cambiar esta situación.

¿Qué iniciativas debemos intentar poner en práctica los profesores para superar estos obstáculos?

Algunos profesores podrían pensar que la persistencia de concepciones como las señaladas es consecuencia del poco interés de los estudiantes por aprender. Aunque en determinados casos es así, estas dificultades también se han identificado en alumnos con buenas calificaciones. Otros pondrían el énfasis en la enseñanza que han recibido los alumnos en cursos anteriores; evidentemente, también puede influir esta circunstancia, aunque no necesariamente porque la información proporcionada haya sido errónea desde el punto de vista científico. Si así fuera, la solución sería relativamente sencilla: ¡les explicaré sus dudas y errores y lo entenderán!, podrían pensar algunos docentes.

Por el contrario, impulsar iniciativas educativas para que los estudiantes comprendan, más que memoricen, estos contenidos requiere llevar a cabo la planificación y el desarrollo de la enseñanza de manera suficientemente fundamentada e intencionada, teniendo en cuenta los obstáculos conceptuales a los que nos hemos referido. En este sentido:

1. La *selección de los contenidos de enseñanza* debe priorizar aquellas ideas-clave que mejor puedan explicar la naturaleza relacionada e integrada de los procesos de nutrición humana (véase el cuadro 1 en la p.), sobre otras, sin duda también importantes, pero que se refieren a detalles (anatómicos o fisiológicos) de carácter más específico.
   Para aclarar esta consideración, en el anexo se presentan los esquemas (mapas conceptuales) elaborados por dos profesores, que ponen de manifiesto distintas formas de pensar sobre la manera de enfocar y secuenciar la enseñanza de estos contenidos: el primero propone una ruta de aprendizaje que destaca, básicamente, los conocimientos relacionados con la anatomía y fisiología de cada uno de los procesos, mientras que la orientación del segundo resalta las relaciones entre ellos.
2. La *selección de los objetivos de aprendizaje* debe tener en cuenta los conocimientos que los estudiantes ya poseen; en par-

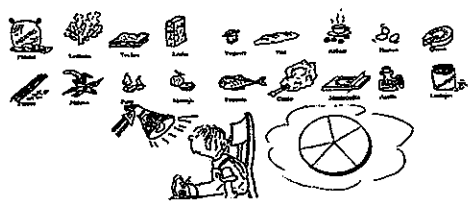
ticular cuando éstos son alternativos a los científicos y se refieren a nociones fundamentales, como las ya mencionadas. Es decir, aprender de manera significativa sobre la nutrición humana supone no sólo ampliar, sino también reestructurar (modificar), a veces de manera importante, sus ideas previas.
Esta consideración requiere disponer de una información pertinente al respecto y contrastarla en nuestra clase, mediante la puesta en práctica de distintas estrategias (entrevistas, cuestionarios...), preferiblemente antes de dar por finalizada la planificación de la enseñanza.

3. Para favorecer la construcción de aprendizajes significativos, la secuencia de enseñanza debe estar presidida por una intencionalidad científica y didáctica que favorezca los cambios que esperamos que sucedan en la estructura cognitiva de los estudiantes a partir de sus conocimientos previos (cuadro 4). Aunque en un trabajo anterior (Banet, 2001) se proporciona una información más detallada sobre las características de esta secuencia, a continuación se resumen algunas de sus referencias más destacadas:

Cuadro 4. Secuencia de orientación constructivista (adaptada de Driver, 1986, 1988)

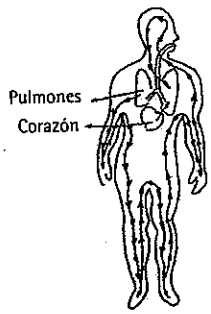
FASES	OBJETIVOS
1. Iniciación	• Interesar a los estudiantes por los contenidos de enseñanza. • Activar, explicitar e intercambiar sus conocimientos. • Orientarles sobre los contenidos que se van a desarrollar.
2. Desarrollo	• Promover situaciones de conflicto cognitivo. • Facilitar la construcción de aprendizajes por sustitución, reestructuración o ampliación de los conocimientos iniciales.
3. Aplicación de conocimientos	• Consolidar los nuevos aprendizajes. • Ampliar su significado, aplicándolos a nuevas situaciones. • Identificar y prestar atención a las dificultades que tienen algunos estudiantes para aprender.
4. Revisión de aprendizajes	• Hacer conscientes a los estudiantes de lo que han aprendido.

Figura 6. Algunas situaciones para explicitar en el aula los conocimientos de los estudiantes



Señala los tres alimentos que:
- Más engordan: aceite, matequilla, tocino.
- Proporcionan más calorías: azúcar, patatas, tocino.
- Son más energéticos: leche, naranja, carne.

Cuando corremos respiramos más rápido porque...
- (entre varias opciones): «los pulmones necesitan más oxígeno».
- (entre distintas justificaciones para sus respuestas): «el oxígeno necesita en los pulmones para que podamos correr».



Dibuja sobre esta silueta del cuerpo humano el recorrido de la sangre, desde que sale del corazón hasta que va al pie y regresa de nuevo al Corazón (respuesta de un niño de 6º de primaria)

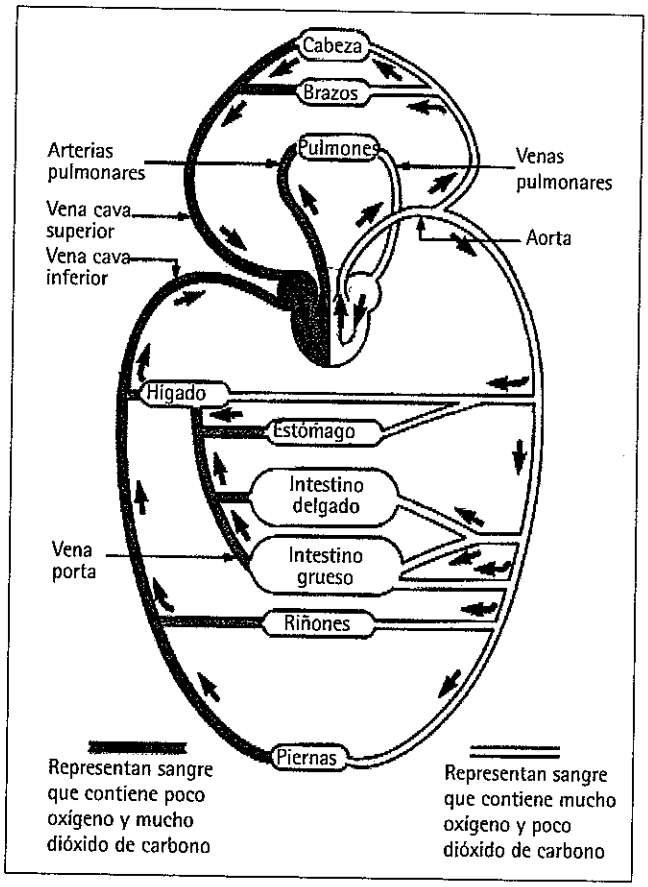
También se les puede dar la posibilidad de que señalen el grado en el que han entendido la pregunta y si están seguros de sus respuestas.

- La realización de actividades de explicitación de ideas –a partir de ejemplos más familiares que académicos– tiene los siguientes objetivos: que los estudiantes expresen sus ideas en relación con los aspectos centrales del tema; dejen constancia por escrito de las mismas (con objeto de ser analizadas en la última fase de la secuencia); y las intercambien con sus compañeros, en un ambiente de clase adecuado. De esta manera se favorece que, después de una clase de matemáticas o de lengua y literatura, activen los registros intelectuales que tienen en su estructura cognitiva en relación con estos contenidos. Muchas de las situaciones que presentamos en este artículo, así como otros ejemplos que se muestran en la figura 6 (en los que figuran las respuestas de algunos alumnos), pueden resultar útiles para estos propósitos.

  En primer lugar, se propondría a los estudiantes que intentaran resolver las tareas de manera individual; a continuación, que compararan sus respuestas con las de sus compañeros en pequeño grupo, si es habitual esta forma de trabajo en el aula, o mediante una puesta en común de toda la clase. En todo caso, estas actividades no deben ser interpretadas como una evaluación, sino como una oportunidad de expresar lo que conocen en relación con estos contenidos.

  Puesto que el estudio de la nutrición humana durará varias sesiones, se podría pensar en realizar una actividad de explicitación inicial sobre los aspectos más generales e importantes de la nutrición y algunas otras, de carácter más específico, rela-

Figura 7. Esquema de la circulación de la sangre (Wheeler, 1981)



cionadas con los alimentos, la digestión, la circulación...

- El segundo de los mapas que se presenta en el anexo, así como otros que se pudieran elaborar sobre cada uno de los distintos procesos asociados a la nutrición, podría servir como ruta que oriente a los estudiantes durante los distintos días que se dediquen al estudio de estos contenidos y como documento de consulta, a medida que se vaya avanzando en el desarrollo del tema.
- Las ideas alternativas que poseen los estudiantes también pueden ser de utilidad para plantear situaciones de conflicto cognitivo. La utilización, por ejemplo, de un esquema como el que se presenta en la figura 7 les permitirá reflexionar sobre el recorrido que tendría que seguir el agua hasta llegar a los riñones; circunstancia que, con la oportuna información sobre su presencia en los distintos órganos del cuerpo humano y sus funciones, contribuirá a que valoren la importancia de esta sustancia para la vida y comprendan que no va directamente del sistema digestivo a los riñones para ser eliminada al exterior.

4. Las tareas de explicitación, orientación y conflicto –que sin ocupar demasiado tiempo en el contexto del desarrollo de la unidad didáctica, deberían suscitar interés y ciertas controversias en el aula– podrían dar paso a otras actividades de enseñanza que son suficientemente conocidas por el profesorado, enfocándolas de manera que favorezcan la construcción de aprendizajes significativos (algunas de ellas se muestran en el cuadro 5). Este enfoque se podrá conseguir en la medida en que procuremos comprometer intelectualmente a los estudiantes, con objeto de favorecer que encuentren sentido a la nueva información.

   También es necesario proporcionarles oportunidades para que apliquen y consoliden los nuevos conocimientos y para que sean

Cuadro 5. Algunas actividades para estudiar los procesos de nutrición

1. Tareas de aula
• Presentación de información por parte del profesor. • Trabajo en grupo y puestas en común: clasificación de los alimentos atendiendo a distintos criterios (grupos, nutrientes, funciones); análisis de tablas de composición del aire inspirado y espirado... • Proyección de vídeos didácticos. • Estudio de textos históricos sobre la evolución del conocimiento científico en relación con la respiración, la circulación de la sangre, la alimentación... Identificación de los procesos científicos utilizados en estas investigaciones, de las principales controversias que se han producido...
2. Trabajos prácticos (en el aula o en el laboratorio)
• Utilización de modelos anatómicos (observación de los sistemas digestivo, respiratorio, excretor, de la estructura de ciertos órganos, como el hígado, corazón...). • Interpretación de constantes vitales (análisis de sangre y orina), electrocardiogramas, valores de la tensión arterial. • Influencia de la actividad física en los ritmos respiratorio y circulatorio. • Análisis de microfotografías para observar la estructura celular.
3. Trabajos prácticos en el laboratorio
• Disecciones: sistema digestivo de un vertebrado (trucha, rata); corazón o riñón de cordero o cerdo. • Identificación de nutrientes (almidón, azúcares, proteínas...) contenidos en los alimentos. • Estudio «in vitro» de determinadas acciones digestivas (saliva, pepsina). • Utilización del microscopio para la observación de células de la sangre.

conscientes de lo que han aprendido; actividades que también nos pueden servir a los profesores para comprobar si los estudiantes han alcanzado los objetivos que nos habíamos propuesto y las dificultades que pudieran persistir.

5. Por último, la *evaluación de la enseñanza* debe ser considerada como una estrategia que tiene un importante carácter regulador de los procesos educativos (Sanmartí, 2007). Es decir, su finalidad no reside, exclusivamente, en informarnos de los aprendizajes de los estudiantes y arbitrar medidas de refuerzo para aquellos casos en los que fuera necesario; también nos debe orientar sobre cómo adaptar, modificar... los programas de enseñanza, con el fin de mejorar los resultados educativos.

No cabe duda de que los planteamientos propuestos en este artículo permiten obtener esta información en cada una de las distintas fases señaladas y llevar a cabo un seguimiento continuo de estas circunstancias. En todo caso:

- Los criterios de evaluación de los estudiantes deberían distinguir entre aprendizajes significativos y memorísticos. Por ejemplo, no

requiere el mismo nivel de comprensión saber dibujar los principales detalles de las vellosidades intestinales y señalar las sustancias que son absorbidas, una vez finalizada la digestión de los alimentos, que conocer los nombres de las partes del sistema digestivo (píloro, yeyuno...).
También sería conveniente diferenciar –y priorizar– aquellas situaciones de evaluación que permitan conocer si los estudiantes han comprendido las características más relevantes de la nutrición humana –como es la contribución de los distintos sistemas (digestivo, respiratorio, circulatorio), o la forma en que el organismo utiliza los nutrientes y el oxígeno–, de aquellas otras que, aun siendo importantes, se refieren a aspectos de carácter más particular sobre la digestión o la composición de la sangre, por ejemplo.

- Además, los profesores debemos evaluar cómo se está desarrollando la planificación de la enseñanza, con objeto de poder retroalimentar nuestra práctica educativa.
Si bien los resultados de aprendizaje nos proporcionan datos valiosos para realizar esta valoración, es importante –sin «descuidar» otras tareas y mediante la elaboración de protocolos de observación sencillos de manejar– recoger información sobre el interés de los estudiantes en las distintas actividades de enseñanza; también sobre si éstas cumplen, en la práctica, los propósitos científicos y didácticos para los que fueron diseñadas; si la secuencia en la que se van introduciendo los contenidos es la adecuada...

En todo este proceso, el papel del profesor varía según la intencionalidad de cada momento de la secuencia: interesar a los estudiantes; organizar el trabajo en el aula, favoreciendo la actividad individual y la de los distintos grupos; presentar información; colaborar y orientar en el desarrollo de las distintas tareas; prestar especial atención a los estudiantes con problemas de aprendizaje; o dirigir la atención al cambio en sus ideas, destacando los aspectos más significativos del mismo. Pero...

¿Es posible desarrollar la enseñanza en las aulas de secundaria de acuerdo con estas estrategias?

El propósito fundamental de este artículo ha sido presentar algunas orientaciones que pueden ser de utilidad para mejorar la formación de los estudiantes de educación obligatoria sobre los procesos de nutrición humana; orientaciones que también se han puesto en

práctica en aulas de ESO en relación con la alimentación, salud y consumo, la herencia biológica, o las ondas, luz y sonido (Pro y Banet, 1999).

Lo más probable es que los lectores compartan algunos de estos puntos de vista y discrepen de otros. Sin embargo, la coincidencia será mayor a la hora de valorar el esfuerzo y el tiempo que requiere trasladar a las aulas planteamientos como los propuestos, los cuales, en todo caso, deberán tener en cuenta el contexto en el que se desarrolla la actividad docente y el ritmo de aprendizaje de los estudiantes.

No obstante, y puesto que en secundaria suelen predominar las dinámicas en las que el profesor presenta información a los estudiantes, habría que señalar que en estas situaciones también es posible tener en cuenta las distintas consideraciones presentadas a lo largo de este artículo. Es decir, además de las características lógicas de cualquier discurso –claro, ordenado y adecuado al nivel de los estudiantes a los que está dirigido–, también podemos desarrollar nuestras explicaciones sobre los contenidos relacionados con la nutrición humana valorando los obstáculos que se presentan para que los estudiantes aprendan, y dotándolas de algunas características que pueden contribuir a mejorar su eficacia, desde el punto de vista educativo. En este sentido, se debería planificar y desarrollar la intervención:

- Organizando y estructurando los contenidos atendiendo a su estructura lógica, pero también a lo que los estudiantes ya saben.
- Intentando orientar e interesar a la clase, al comienzo, en relación con los contenidos –mostrando su utilidad personal y/o académica–, activando y explicitando los conocimientos previos de los estudiantes, en un clima adecuado de clase que fomente la participación.
- Focalizando la información sobre los aspectos centrales del tema, favoreciendo que los estudiantes desempeñen un papel mentalmente activo, fomentando su participación –planteando cuestiones, problemas..., que promuevan interacciones entre ellos y el profesor– y, en la medida de lo posible, llevando cierto control sobre la comprensión (no todos los estudiantes tienen los mismos ritmos de aprendizaje), mediante preguntas para explicar, razonar, recordar...
- Y, por último, dedicando algún tiempo a aplicar y consolidar los nuevos conocimientos (resolución de situaciones, problemas...) y a resumir y destacar los aspectos fundamentales de los contenidos desarrollados, dirigiendo la atención de los estudiantes hacia los aprendizajes que se hubieran producido como consecuencia de la enseñanza.

De alguna manera, podríamos estar de acuerdo con Duschl (1997) cuando señalaba lo siguiente:

> *Preguntemos a un profesor de ciencias qué es lo que más necesita y responderá que tiempo (...); quienes defienden nuevas perspectivas en la didáctica de las ciencias proponen que se abandonen, en los centros de secundaria, los cursos de ciencias panorámicos, en los que se intenta enseñar un poco de todo. Proponen la sustitución de esos extensos programas por otros en los que se traten en profundidad algunos temas de ciencias seleccionados.*

Criterios que resaltan la importancia de priorizar la calidad de los aprendizajes sobre la cantidad y que pueden ser tenidos en cuenta en la ESO, debido al carácter básico y obligatorio de ésta, sin los condicionantes que en bachillerato impone la selectividad.

Referencias bibliográficas

ANDERSON, C.W.; SHELDON, T.H.; DUBAI, J. (1990): «The effects of instruction on college nonmajors' conceptions of respiration and photosynthesis», en *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 27(8), pp. 761-776.

ARNAUDIN, M.W.; MINTZES, J.J. (1985): «Students alternative conceptions of the Human Circulatory System: a cross-age study», en *Science Education*, vol. 69(5), pp. 721-733.

BANET, E. (2001): *Los procesos de nutrición humana*. Madrid. Síntesis.

BENLLOCH, M. (1997): *Desarrollo cognitivo y teorías implícitas en el aprendizaje de las Ciencias*. Madrid. Visor.

CUBERO, R. (1988): «Los esquemas de conocimiento de los niños. Un estudio del proceso digestivo», en *Cuadernos de Pedagogía*, n. 165, pp. 57-60.

DE POSADA, J.M. (1996): «Hacia una teoría sobre las ideas científicas de los alumnos: influencia del contexto», en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 14(4), pp. 303-314.

DRIVER, R. (1986): «Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos», en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 4(1), pp. 3-15.

DRIVER, R. (1988): «Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias», en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 6(2), pp. 109-120.

DRIVER, R.; GUESNE, E.; TIBERGHIEN, A. (eds.) (1985): *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*. Madrid. Morata.

DUSCHL, R. (1997): *Renovar la enseñanza de las ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid. Narcea.

KAO, H.L. (2007): «A study of aboriginal and urban junior high school students' alternative conceptions on the definition of respiration», en *International Journal of Science Education*, vol. 29(4), pp. 517-533.

NÚÑEZ, F.; BANET, E. (1996): «Modelos conceptuales sobre las relaciones entre digestión, respiración y circulación», en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 14(3), pp. 261-278.

Dirección de contacto

LA FO
Una mir
Gregorio C
Óscar Daln
Lozano, Ca
Este libro prete
zaciones que q
lidad formativ
Organizar una
co y por otro d
sobre multitud
nación de equi
que sistematic