

LA DIGESTIÓN DE LOS ALIMENTOS: UN PLAN DE ACTUACIÓN EN EL AULA FUNDAMENTADO EN UNA SECUENCIA CONSTRUCTIVISTA DEL APRENDIZAJE*

BANET, E. y NÚÑEZ, F.

Escuela Universitaria de Magisterio. Campus de Espinardo. 30100 Murcia.

*Este trabajo forma parte del proyecto de investigación financiado por la DGICYT, número de referencia PB87-0683.

SUMMARY

Nowadays constructivism seems to be quite a sound approach on which to base the processes of teaching and learning sciences. Assuming the basic hypothesis of this theory, sequences of instruction can be designed that help to improve the work that both, teachers and students carry out. In this paper we put forward a plan based on a constructivist approach, developed in secondary classrooms (13-14 years of age) about digestion, which is flexible enough to be adapted to different circumstances in which the learning of sciences takes place.

INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos prioritarios de la investigación educativa es contribuir a mejorar los resultados del trabajo que profesores y alumnos desarrollamos en las aulas. Dar a conocer las experiencias que se están llevando a cabo en diferentes niveles educativos, comunicar las ventajas y dificultades que surgen al utilizar determinados planteamientos didácticos, los problemas que se plantean al abordar ciertas actividades, la utilidad de algunos materiales de clase... pueden orientar a los profesores sobre la oportunidad de adoptar determinadas estrategias, según las condiciones en las que tiene lugar su actividad docente.

Es evidente que el éxito de cualquier propuesta didáctica que se pretenda poner en práctica dependerá, en gran medida, de que se encuentre debidamente fundamentada sobre planteamientos psicopedagógicos y didácticos consistentes, aun con la provisionalidad que ello supone. En la actualidad, tanto desde la perspectiva de la filosofía de la ciencia como desde el campo de estudio de la psicología cognitiva, se considera el Constructivismo como una corriente suficientemente sólida, que puede servir de marco de referencia para la enseñanza de las asignaturas científicas.

No describiremos aquí las características de este punto de vista, que se han resumido en algunos trabajos publicados recientemente (Nussbaum 1989, Hewson y Thorley 1989, entre otros). Driver (1986 y 1988) describe sus implicaciones pedagógicas y el papel que, bajo estos planteamientos, desempeñan las ideas de los alumnos. Precisamente, tomando las teorías constructivistas como punto de partida, se han desarrollado propuestas didácticas sobre temas como la nutrición de las plantas, la naturaleza particulada de la materia, la energía, circuitos eléctricos, calor y temperatura o el estudio de los alimentos (Barron et al. 1987, Beautiman et al. 1987, Scott et al. 1987, Valcárcel et al. 1990, Banet y Núñez 1991).

La propuesta didáctica que presentamos a continuación se refiere al estudio del aparato digestivo y la digestión de los alimentos, y está siendo aplicada, por segundo año consecutivo, en octavo de EGB. Durante su desarrollo, las ideas que poseen los estudiantes constituyen una referencia necesaria para intentar favorecer la construcción de conocimiento sobre los aspectos más significativos de la lección y propiciar el cambio conceptual. Aunque es necesario proceder a una evaluación más precisa de la misma, podemos adelantar que su puesta en

práctica pone de manifiesto expectativas mucho más interesantes que las que resultan de planteamientos de enseñanza más tradicionales. Y esto es así, no sólo en cuanto se refiere al rendimiento académico de los estudiantes, sino también en relación con su interés por la materia de estudio.

Es preciso señalar, en todo caso, que el presente trabajo pretende, únicamente, presentar un plan de actuación que reúne suficientes condiciones de flexibilidad para ser adaptado a distintas circunstancias en las que se desarrolla la enseñanza de las Ciencias. Su análisis debe propiciar más la reflexión y la crítica que intentar su aplicación a modo de un conjunto de instrucciones o de recetas de dudosa utilidad didáctica y de difícil aplicación en cualquier contexto educativo.

LAS IDEAS DE LOS ALUMNOS

Las ideas que poseen los estudiantes sobre determinadas materias condicionan sus aprendizajes posteriores. Con frecuencia, nuestro trabajo en el aula suele ignorar esta realidad. Intentamos favorecer los aprendizajes sin considerar que son los alumnos quienes aprenden, los cuales tienen unos conocimientos previos, en ocasiones equivocados, y que, antes de alcanzar los objetivos que nos hemos propuesto, es necesario cuestionar algunas de sus ideas (tarea que requiere cierto tiempo).

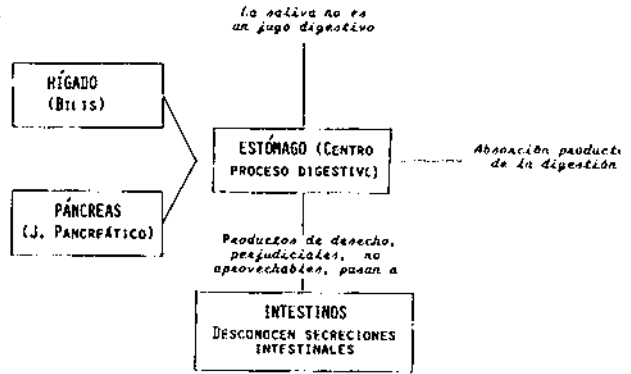
Evidentemente, las consideraciones anteriores son aplicables a la digestión de los alimentos. En relación con esta lección los estudiantes poseen nociones que no se corresponden con el conocimiento científico y que utilizarán para dar sentido a los contenidos que intentan aprender. En la figura 1, presentamos un resumen de las mismas descritas en trabajos anteriores (Banet y Núñez 1988 y 1989). Existen errores de carácter puntual junto a otros que constituyen esquemas conceptuales alternativos, con cierto grado de coherencia interna, comunes en distintos centros y en diferentes niveles educativos, y de gran persistencia (como, por ejemplo, el que presentamos en la figura 2). Encontramos, también, otros aspectos importantes sobre los que la información recibida ha sido escasa o nula.

Figura 1

Algunos errores sobre el aparato digestivo y la digestión.

Aspectos anatómicos	Proceso digestivo
Errores puntuales relacionados con el recorrido boca-estómago.	El estómago como órgano central en el proceso digestivo.
Lugar de secreción del hígado y páncreas.	Proceso fundamentalmente físico. Desconocimiento de los jugos digestivos.
Orden de los intestinos.	Lugar de absorción de compuestos. Naturaleza de las sustancias que pueden ser absorbidas.

Figura 2



Es preciso reconocer, sin embargo, las dificultades que, para alumnos de EGB, presentan algunos de los conceptos implicados en estas lecciones. Su aprendizaje requiere, además de una cierta capacidad de abstracción, entender otros conceptos relativamente complejos. Así, por ejemplo, algunos obstáculos para comprender adecuadamente el proceso digestivo derivan de un conocimiento limitado de los alimentos (no diferenciar claramente alimentos / sustancias nutritivas sencillas / sustancias nutritivas complejas), o del conocimiento erróneo de la anatomía del aparato digestivo (conexiones del hígado y páncreas con el tubo digestivo, orden de los intestinos...), o de la falta de información sobre ciertos detalles anatómicos del intestino delgado relacionados con la absorción.

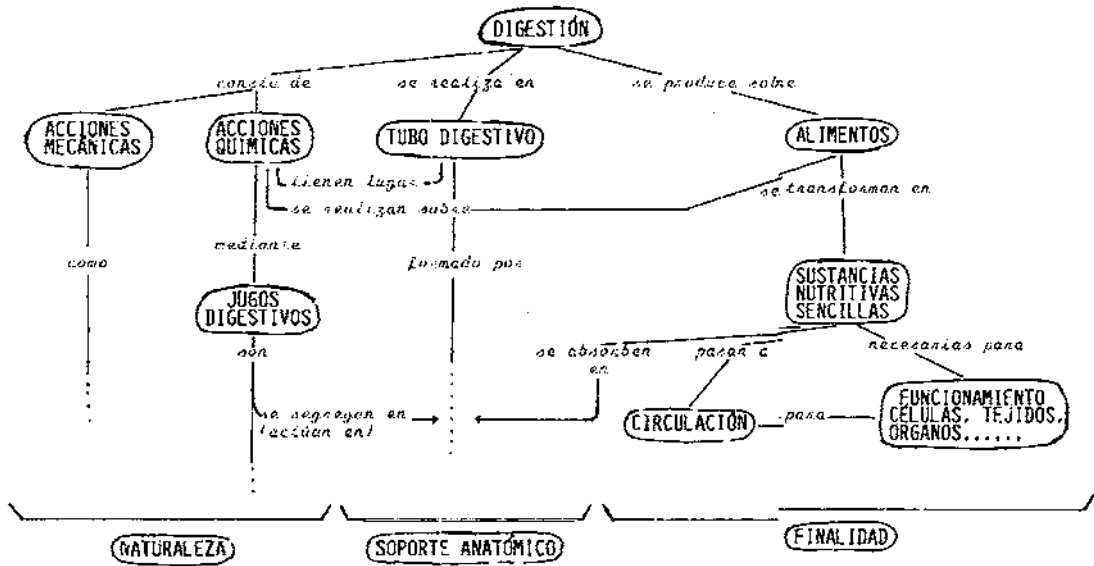
SECUENCIA DE ENSEÑANZA

En la figura 3 presentamos los principales aspectos que nos han servido como referencia para la selección de los contenidos sobre la digestión de los alimentos desde la perspectiva de los procesos de nutrición humana (como consecuencia de este enfoque no abordamos directamente aspectos relacionados con la salud, recogidos en el diseño curricular para estos niveles). Tampoco hemos pretendido incluir todos los contenidos que podrían ser considerados en esta lección (como, por ejemplo, un estudio más detallado de los procesos mecánicos que tienen lugar en el aparato digestivo). A partir de este esquema se pueden desarrollar los mapas de conceptos correspondientes (con un nivel de profundización adecuado a nuestros alumnos), que creemos innecesario presentar aquí.

Las actividades que describimos a continuación no son las únicas que pueden desarrollarse en el estudio de la digestión. Tampoco responden exclusivamente a los propósitos de la fase en las que están incluidas, sino que, adaptando sus planteamientos a los objetivos que se pretendan en cada momento, podrán realizarse en períodos diferentes a los que proponemos.

Figura 3

Selección de contenidos de la digestión.



El comienzo de la lección

Al iniciar el estudio de la digestión de los alimentos con alumnos de 13-14 años, pretendemos lograr tres objetivos que nos parecen importantes:

a) Interesarles, desde el comienzo, por los contenidos que se van a estudiar, procurando relacionarlos –el tema lo permite– con sus experiencias extraescolares. Este interés debe ser reforzado en otros momentos posteriores del desarrollo del tema.

b) Orientarles sobre los aspectos más significativos de la lección, presentándoles una visión global de la digestión y de sus relaciones con contenidos correspondientes a otras lecciones del programa.

c) Propiciar que los alumnos expresen y discutan sus ideas sobre algunos puntos importantes de este proceso.

En situaciones de clase no siempre se produce una clara delimitación entre los momentos que dedica el profesor a lograr cada uno de estos objetivos. En muchas ocasio-

Figura 4
El comienzo de la lección.

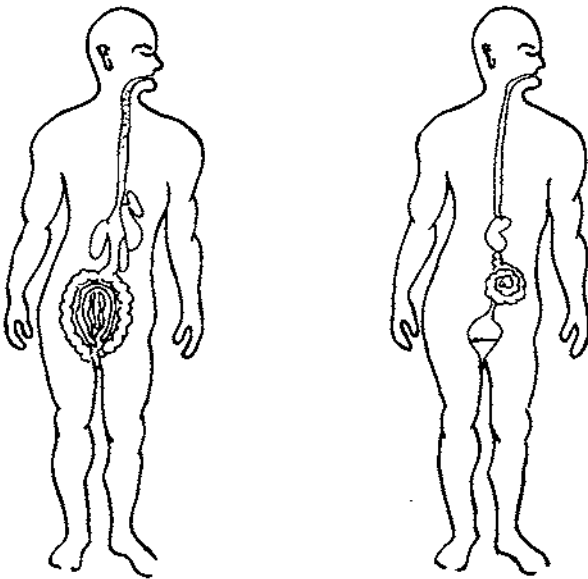
Objetivos	Actividades	Papel del profesor	Papel de los alumnos
Orientar sobre el proceso de enseñanza	Mapas de conceptos	Informa sobre contenidos, métodos de trabajo..., relacionando la lección con otras del programa	Receptor activo de información
Motivación	Inconsecuencias, planteamiento de problemas sobre la digestión	Interesa a los alumnos por la lección	Utilizan sus ideas para: Resolver problemas Inconsecuencias Tarjetas de clase
Ideas de los alumnos: Obtención y explicitación en el aula	Tarjetas de clase Cuestionarios Trabajo en grupo Realización murales	Plantea, organiza y dirige el trabajo en clase	Tarjetas de clase
	Puestas en común	Propicia la participación de los grupos/alumnos	Trabajo en grupo. Reparto de responsabilidades. Participación
		Aclara dudas sobre el desarrollo de la actividad (no sobre los contenidos)	Elaboración de murales: Conclusiones, argumentos
		Dirige puesta en común	Puestas en común: Participan en debate Fundamentan opiniones Respetan otras ideas

nes conviene seleccionar actividades que cubran dos, o los tres, propósitos expuestos anteriormente. En la figura 4 resumimos nuestras intenciones al iniciar la lección e incluimos referencias genéricas sobre el papel que corresponde al profesor y a los estudiantes durante este período.

Comenzar con una situación que pueda *motivar* a los alumnos puede ser un buen inicio. En este sentido, actividades con enfoques similares a las que proponemos a continuación pueden resultar muy útiles para estos propósitos, y constituyen, asimismo, procedimientos eficaces para que los alumnos expresen sus ideas (*explicitación*):

- Presentación de siluetas incorrectas del aparato digestivo (Fig. 5). Basándose en ellas, deben intentar explicar el recorrido de un trozo de pan, desde que penetra por la boca. Evidentemente, debemos estar seguros de que la inconsecuencia que les planteamos es considerada como tal, al menos, por la mayor parte de la clase.

Figura 5
Inconsecuencia sobre el aparato digestivo.



A partir de estas siluetas, el profesor (o los alumnos) intentan explicar el recorrido del alimento desde que penetra por la boca (es preciso estar muy atento a las reacciones de los alumnos, con objeto de aprovechar las situaciones que se van a presentar).

- Planteamiento de problemas: Como complemento a lo anterior, podríamos indicarles que dibujaran sobre una silueta similar, ahora en blanco, el recorrido de un trozo de pan o un vaso de agua, desde que penetran por la boca.

- Utilización de tarjetas de clase para propiciar el debate sobre aspectos destacados de la digestión. Así, podría-

Figura 6
Tarjetas de clase.

Sentencia	Grado de acuerdo	Justificación de la respuesta
1.	Acuerdo total	
2.		
3.	Acuerdo parcial	
4.		
-	Desacuerdo	
		1. El hígado vierte su jugo digestivo (la bilis) al intestino delgado.
		2. La digestión de los alimentos tiene lugar en el estómago.
		3. Mediante la digestión, trituramos y machacamos los alimentos, convirtiéndolos en trozos de alimentos mucho más pequeños.

mos entregar a los alumnos tarjetas con los contenidos que, a modo de ejemplo, presentamos en la figura 6 (el contenido y número de sentencias deberán ser adaptados por el profesor, según evolucione la situación creada en el aula). Los estudiantes, por grupos, deben discutir su contenido, manifestar su grado de acuerdo con las sentencias planteadas y argumentar las razones que han condicionado su decisión.

El empleo de cuestionarios, el planteamiento de problemas experimentales... pueden ser, también, procedimientos eficaces para hacer aflorar las ideas de los alumnos. Sin embargo, de acuerdo con Driver (1988), debemos evitar que estas actividades creen un ambiente en clase incómodo, para ello «se requiere en muchos casos que los profesores cambien sus hábitos de dirección de la discusión en la clase de modo radical, evitando preguntas cerradas, aceptando distintas sugerencias de la clase sin exigir una conclusión prematura sobre un punto». El profesor debe animar a los estudiantes para que éstos manifiesten sus puntos de vista sobre las diferentes cuestiones planteadas.

Tal vez sea conveniente aclarar que en la explicitación de ideas no buscamos, exclusivamente, los errores de los estudiantes, por importante que esto nos pueda parecer. También nos interesa establecer lo que sabe el alumno, por ejemplo sobre los detalles anatómicos del aparato digestivo o sobre el proceso digestivo en sí, con objeto de poder sustentar, a partir de ese conocimiento, la nueva información.

Los resultados de estas actividades son recogidos en murales con objeto de facilitar la puesta en común y quedan como registro escrito para ser utilizados en otros momentos del desarrollo de la lección (análisis del cambio en las ideas).

Como señalamos antes, con estas actuaciones intentamos lograr un doble propósito. De una parte, interesar a los alumnos por la lección; de otra, conocer las ideas de los alumnos en relación con el tema, que éstas se pongan de manifiesto en el aula y se produzcan algunos debates en torno a ellas.

En estas condiciones resulta más fácil orientar a los alumnos sobre nuestras intenciones, presentándoles los contenidos de la lección relacionados con otras partes del programa (funciones de nutrición, alimentos, circulación...). En la práctica, con objeto de poder dirigir su atención en cualquier momento hacia estos aspectos, colocamos en clase un mapa de conceptos que refleja las relaciones más significativas entre los contenidos que se van a estudiar. Este esquema les servirá de referencia durante el desarrollo de la lección o, incluso, del bloque completo de nutrición si en su elaboración se han incluido las funciones implicadas en este proceso.

Reestructuración de ideas

En la figura 7 resumimos las principales referencias que sirven de soporte para nuestra intervención didáctica durante este período. Antes de intentar modificar los conceptos equivocados sobre la digestión o de profundizar y ampliar el conocimiento que ya poseen los alumnos, debemos asegurarnos de que algunas de las ideas que se pusieron de manifiesto en las actividades anteriormente descritas han sido suficientemente debatidas,

en cada grupo y en la clase en su conjunto, de forma que se concreten y se amplíen a otros aspectos que no surgieron inicialmente. Así, nos parece que insistir en el trabajo en grupo y puesta en común cuando se les plantean en el aula cuestiones problemáticas relacionadas con el recorrido del alimento y del agua a través del tubo digestivo, o con la naturaleza del proceso digestivo y sus consecuencias, favorece la *clarificación* y el *intercambio* de puntos de vista, lo que puede provocar discrepancias entre ellos y, en algunos casos, suscitará dudas sobre sus propias opiniones. Durante el trabajo en el aula, esta fase es una prolongación natural de la anterior.

Las actividades de intercambio de opiniones constituyen una valiosa fuente de información para el profesor, y sus resultados proporcionan un buen punto de partida para plantear *situaciones de conflicto*. Para ello, recurrimos a presentarles información contradictoria con sus ideas sobre determinados aspectos de la lección, como esquemas relativos a determinados aspectos anatómicos del aparato digestivo (conexiones del hígado y páncreas, por ejemplo) o lecturas de textos, debidamente seleccionados, sobre la digestión de los alimentos, particularmente en lo que hace referencia a la importancia del intestino

Figura 7

Reestructuración de ideas.

Objetivos	Actividades	Papel del profesor	Papel de los alumnos
Clarificación e intercambio de ideas en aula	Trabajo en grupo Puesta en común Elaboración de murales	Favorecer el intercambio de ideas. Destacar analogías y diferencias	Contrastan sus esquemas conceptuales con los de sus compañeros Explican sus puntos de vista y analizan razonadamente los opuestos
Comprobar la validez de las propias ideas: * Examen crítico * Inseguridad	Situaciones de conflicto: * Demostraciones * Vídeos cortos, lecturas Aplicación de ideas a pequeños trabajos	Poner de manifiesto con tradiciones significativas y situaciones de conflicto Centrar los debates y resumir conclusiones	Intentan resolver contradicciones planteadas en documentos escritos, vídeos, demostraciones
Modificar, sustituir ideas	Construcción del aparato digestivo Maquetas, diapositivas, vídeos cortos	Explicar y ampliar la información, relacionándola con las ideas de los alumnos Propiciar la emisión de hipótesis	Trabajo individual/grupo en actividades propuestas. Elaboración de materiales escritos
Ampliar, completar esquemas de conocimiento	Actividades experimentales: * Acción de la saliva * Acción de la pepsina	Se asegura que han comprendido la tarea Aclarar dudas sobre el desarrollo del trabajo	Revisan sus hipótesis a la vista de los resultados obtenidos
Comprobar la validez de las nuevas ideas	Pequeños proyectos de trabajo: * Trastornos digestivos * Valor nutritivo de los alimentos. Puestas en común (revisión de informes)	Orientar el trabajo. Facilitar el material Valorar el grado de progresión de los alumnos	Evalúan la utilidad del nuevo conocimiento Aplican el nuevo conocimiento a situaciones próximas

delgado. A partir de estas situaciones, les planteamos preguntas o pequeños problemas con objeto de que duden sobre algunas de las nociones que poseen, por ejemplo, la consideración del estómago como centro del proceso digestivo. En todo caso, es necesario tener presente que una misma información no resulta igual de contradictoria para todos los estudiantes.

Construcción de ideas

Con el plan de trabajo en el aula que proponemos en la figura 7, intentamos que la mayoría de los alumnos amplíen su conocimiento sobre el proceso digestivo y modifiquen sus errores sobre el tema que nos ocupa. Desde nuestra perspectiva, merece la pena resaltar que los estudiantes deben ser protagonistas y responsables de su aprendizaje, mientras que el profesor interviene como facilitador del mismo, mediante el planteamiento de situaciones apropiadas y su colaboración en el desarrollo de las mismas. En nuestra opinión, ello no impide que, en determinados momentos, el profesor se convierta en un transmisor de información, función que consideramos necesaria para orientar, ampliar el flujo de información que tiene lugar en el aula, relacionar conceptos o situaciones, reforzar determinadas ideas...

1. Anatomía del aparato digestivo: En relación con los aspectos anatómicos habría que resaltar qué órganos forman parte del mismo, el orden en el que están dispuestos, dirigiendo su atención, especialmente, hacia las relaciones con el aparato respiratorio, al lugar de secreción del hígado y páncreas, así como a la disposición de los intestinos (unas sencillas referencias a la estructura del intestino delgado facilitarían la comprensión de los procesos de absorción):

– Así, por ejemplo, les proponemos que construyan el aparato digestivo a partir de los dibujos que realizan de cada uno de sus órganos, o bien empleando otro tipo de materiales (pretecnología).

– La utilización de maquetas, diapositivas, vídeos cortos, cuando se plantean como actividades en las que los estudiantes participan adecuadamente, pueden resultar particularmente interesantes para el conocimiento de la estructura de estos órganos, en particular del intestino delgado.

2. Descomposición de las sustancias nutritivas contenidas en los alimentos: Comprender la naturaleza del proceso digestivo constituye una empresa difícil para los alumnos de estos niveles educativos. Además, se presentan obstáculos importantes para organizar y desarrollar

Figura 8

Actividades experimentales sobre la digestión.

FASE	OBJETO	BREVE DESCRIPCIÓN EXPERIMENTAL	
PRESENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> * Orientación * Instrucciones iniciales * Formulación de preguntas (centrar la atención sobre los aspectos básicos de la actividad) 	<p>Transformación del almidón</p> <p>Controles:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Sol. almidón+Lugol * Sol. glucosa+Fehling * Agua+Lugol * Agua+Fehling 	<p>Acción de la pepsina</p> <p>Controles:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Pescado+Agua * Arroz+Agua * Fruta+Agua * Pan+Agua
HIPÓTESIS/PREDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> * Debate en los grupos * Puesta en conocimiento de la clase de las hipótesis formuladas. Predicciones que se derivan de ellas 	<p>Planteamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Sol. almidón+saliva * Sol. almidón+Agua * Sol. glucosa+saliva 	<p>Planteamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Pescado+pepsina * Pescado (triturado) pepsina * Pan, fruta...+ pepsina
EXPERIMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> * Desarrollo de la actividad. Control por parte del profesor * Análisis de resultados * Elaboración de informes 	<ul style="list-style-type: none"> * Ensayo Lugol a los 3 tubos de ensayo * Ensayo Fehling a los 3 tubos de ensayo 	<ul style="list-style-type: none"> * Registro periódico de lo que sucede en los tubos de ensayo
CONCLUSIONES	<ul style="list-style-type: none"> * Puesta en común de los resultados * Conclusiones * Revisión de hipótesis y predicciones formuladas 		

actividades, en el aula o en el laboratorio, que favorezcan su aprendizaje. Ambas causas son, en muchas ocasiones, responsables de que la digestión de los alimentos se aprenda de memoria, sin entender realmente su significado. Las explicaciones verbales del profesor y la consulta de los correspondientes libros de texto se configuran como los únicos instrumentos para el desarrollo de esta lección.

La eficacia de las actividades experimentales que presentamos en la figura 8 dependerá de que la competencia cognitiva de los alumnos les permita comprender el problema que se plantea, interpretar el sentido de la experiencia que están realizando y evaluar los resultados obtenidos. En caso contrario, se convertirán en episodios, más o menos anecdóticos, de escasa significación desde el punto de vista del aprendizaje. Tal vez en estas condiciones no merezca la pena realizar todo el esfuerzo que requieren.

Desde nuestro punto de vista, la emisión de hipótesis, que serán debatidas en el seno de los grupos de trabajo, y la puesta en común de los diferentes informes, cuando finaliza la actividad, constituyen dos referencias importantes en el desarrollo de estos trabajos. Debemos resaltar, de nuevo, la importancia que tienen los debates de clase, aunque en esta fase los propósitos son diferentes a los que se persiguen durante la explicación. En este caso pretendemos que los estudiantes valoren nuevos puntos de vista, que les permitan la reestructuración de sus ideas, para hacerlas más coincidentes con los conocimientos científicos:

- La acción de la saliva sobre el almidón pretende poner de manifiesto la actividad química de este jugo digestivo (función prácticamente desconocida para los alumnos), así como mostrar un ejemplo de las transformaciones que ocurren durante la digestión.

- La pepsina actúa sobre los alimentos ricos en proteínas. Esta práctica ilustra de una forma clara el proceso digestivo y permitirá, además, efectuar valoraciones sobre la importancia de las acciones mecánicas, así como comprobar la especificidad de las acciones de las secreciones digestivas.

El enfoque que proponemos para estas actividades es el de descubrimiento dirigido. El control sobre el desarrollo de estos trabajos reside en el profesor, ya que plantean dificultades de cierta consideración; no obstante, los alumnos no conocen el resultado de la experiencia, sino que deben llegar a él y establecer las conclusiones pertinentes.

3. Absorción de los productos resultantes de la digestión: Es evidente que este aspecto se presta a un tratamiento más teórico, aunque utilizemos algunos materiales de apoyo, como diapositivas, vídeos cortos... En todo caso, queremos dejar constancia de la importancia de resaltar dos puntos básicos:

- En primer lugar, debemos insistir en las relaciones entre los aparatos digestivo y circulatorio (no sólo desde el punto de vista fisiológico, sino también anatómico).

En trabajos que actualmente estamos llevando a cabo, comprobamos cómo el paso de sustancias nutritivas del intestino a la sangre constituye, para algunos alumnos, un obstáculo importante a la hora de comprender los procesos de nutrición.

- En la medida de lo posible, según lo permita el nivel de los estudiantes, podríamos abordar el estudio de la naturaleza de las sustancias que pueden ser absorbidas, saliendo al paso de algunas interpretaciones, no del todo correctas, que con ánimo de simplificar aparecen en ciertos libros de texto. Esto será posible en la medida en que los alumnos posean un conocimiento adecuado sobre los alimentos. De esta manera se reforzará la consideración de la digestión como un proceso esencialmente químico.

Naturalmente, estas tareas deben ser complementadas con la orientación y las explicaciones del profesor, utilizando como material de apoyo lecturas seleccionadas y documentos audiovisuales que existen sobre el tema.

Si nuestro trabajo se ha desarrollado con cierto éxito, las nociones de los estudiantes se habrán aproximado al conocimiento científico del proceso digestivo. Conviene, ahora, plantear algunas actividades en las que sea necesario emplear las nuevas ideas, buscando situaciones próximas que les permitan *evaluar* la utilidad de lo aprendido. En nuestro caso, les proponemos la realización de ejercicios o de pequeños proyectos de trabajo, orientados a estudiar las causas de algunas enfermedades habituales relacionadas con el aparato digestivo y la digestión, así como actividades mediante las que relacionen la composición de los alimentos y el proceso digestivo, analizando el valor nutritivo que se asigna a determinados alimentos de consumo habitual, según la cantidad y calidad de los nutrientes que forman parte de ellos.

Aunque, en la medida de lo posible, el profesor debe conocer el grado de progresión de los estudiantes durante el proceso de enseñanza, este momento se presenta particularmente interesante para realizar una valoración más detallada. Es necesario conocer el alcance del proceso de reestructuración que ha tenido lugar, como mecanismo retroalimentador.

Aplicación de ideas

Durante este período intentamos que los alumnos consoliden las ideas adquiridas, utilizándolas en situaciones distintas de aquéllas en las que fueron aprendidas. Se da, así, oportunidad a los estudiantes para que amplíen el significado del nuevo conocimiento y valoren su utilidad. Es evidente que sus ideas siguen reestructurándose durante este período. En la figura 9, presentamos algunos aspectos que caracterizan nuestro plan de trabajo:

- En relación con los aspectos anatómicos, podemos desarrollar trabajos orientados a establecer comparaciones entre el aparato digestivo humano y el de otros animales. Experiencias sencillas de disección (por ejem-

Figura 9

Aplicación y revisión de ideas.

Objetivos	Actividades	Papel del profesor	Papel de los alumnos
Consolidar las nuevas ideas	Tareas de ampliación: * Estudio comparado de la anatomía y aparato digestivo	Orientar el trabajo de los grupos Facilitar el material	Trabajo individual/grupo sobre actividades planteadas
Ampliar su significado	* Acción de los jugos digestivos sobre distintos alimentos * Ejercicios sobre digestión	Ampliar la información, relacionando los resultados con ideas científicas	Elaboración de materiales escritos
Revisión de ideas			
Concienciar a los alumnos del cambio en sus ideas	Comparación con ideas anteriores: Revisión de materiales escritos (murales, cuestionarios...).	Favorecer que los alumnos perciban el cambio en sus ideas Orientar y animar el análisis	Reflexión sobre el cambio en sus ideas.
Motivación		Destacar aspectos significativos del cambio producido	

plo, la trucha) resultan particularmente útiles para estos propósitos.

- Para reforzar el conocimiento sobre la función de los jugos digestivos, planteamos problemas relacionados con sus acciones sobre diferentes alimentos. Los alumnos emiten las correspondientes hipótesis y el profesor deberá valorar si es necesario un desarrollo experimental o teórico de estas actividades.

-- Asimismo, realizamos ejercicios en los que describen, paso a paso, los procesos digestivos que tienen lugar en los distintos órganos, sobre los ingredientes de un bocadillo, o de un plato de comida...

Revisión de ideas

En la última fase de esta secuencia se pretende que los alumnos sean conscientes del cambio que se ha producido en sus ideas (Fig. 9). Si los estudiantes reflexionan sobre este aspecto y reconocen que sus nuevos conocimientos son más adecuados a los puntos de vista científicos y les resultan más útiles y explicativos de los acontecimientos que se producen en los ámbitos escolar o extraescolar, es evidente que estaremos incrementando su nivel de motivación intrínseca para aprender (Needham y Hill 1987).

El enfoque que hemos desarrollado a lo largo de esta exposición favorece la elaboración de suficiente material escrito, tanto como resultado del trabajo individual como del realizado en grupo, para abordar esta tarea con ciertas garantías de eficacia. Así, los cuadernos personales, diarios de clase, cuestionarios, hipótesis formuladas..., los murales realizados por los grupos de trabajo, las conclusiones de los debates en grupo y de la puesta

en común se muestran como materiales adecuados para realizar esta revisión. El profesor debe dirigir la atención de los estudiantes hacia aquellos cambios más relevantes y colaborar en la valoración que se realiza sobre ellos.

CONSIDERACIONES FINALES

El planteamiento presentado a lo largo de este trabajo persigue un doble propósito. Como es natural su objetivo fundamental es lograr que nuestros alumnos aprendan significativamente los principales aspectos relacionados con la digestión de los alimentos, es decir, modificar sus ideas erróneas y ampliar sus esquemas conceptuales. Sin embargo, creemos que un proceso de esta naturaleza favorece, además, que los estudiantes se acostumbren a otra forma de trabajo que pueda contribuir a que «aprendan a aprender», aspecto cuyo olvido contribuye a que nuestra preocupación se centre, fundamentalmente, en inundarles de definiciones y datos, sin evaluar con suficiente rigor su utilidad y los logros realmente alcanzados por los alumnos.

En todo caso, la adopción de una secuencia constructivista, plantea algunas dificultades, para las que las respuestas no resultan del todo satisfactorias en las circunstancias actuales. En primer lugar, debemos mencionar que, como reconocen Scott et al. (1987), requiere más tiempo que otros enfoques de la enseñanza, aspecto que, sin duda, no habrá pasado desapercibido. Algunos profesores formados en estos planteamientos señalan este punto como el principal obstáculo para trasladarlo a sus aulas. Es evidente, sin embargo, que otros procedimientos más rápidos demuestran una efectividad reducida: los alumnos no alcanzan los objetivos propuestos, persisten muchas nociones equivocadas, se favorece el aprendizaje memorístico, se olvida pronto lo aprendido..., todo ello

a pesar de completar el desarrollo del programa. La experiencia del profesor, la colaboración de los estudiantes y la adecuada selección de las actividades deben contribuir a obtener mayor rendimiento del tiempo disponible.

Otra dificultad importante, por el componente de fracaso que puede suponer para el profesor, se presenta cuando esperamos que al adoptar una secuencia de enseñanza basada en el constructivismo se nos resuelvan los problemas de aprendizaje que se plantean en el aula. No debemos esperar obtener resultados demasiado espectaculares, al menos inicialmente, por diversas razones. Entre ellas podemos señalar las siguientes:

- Evidentemente se trata de un nuevo enfoque que requiere un entrenamiento, tanto por parte del profesor como de los alumnos. La falta de costumbre de trabajar de esta manera puede obstaculizar el desarrollo de las sesiones de clase, y el rendimiento de alguna de las actividades será menos satisfactorio que el esperado.

- Además, debemos tener en cuenta que lograr modificaciones significativas en las nociones de los alumnos requiere períodos de tiempo relativamente amplios. Al evaluar los resultados de nuestra propuesta didáctica,

deberemos considerar, no sólo su progresión desde el punto de vista de una mejor aproximación al conocimiento científico, sino también en cuanto a sus actitudes hacia la asignatura. Un cambio positivo en ellas incrementará su motivación para aprender y repercutirá, por tanto, en la eficacia del trabajo que se desarrolla en clase.

En todo caso, cuando el profesor adopta esta forma de trabajo debe pensar en la trascendencia de su decisión respecto al programa de la asignatura. Es preciso delimitar sus objetivos más importantes, establecer relaciones significativas entre las distintas partes del mismo y suprimir contenidos que, por su dificultad, pueden resultar poco adecuados: por su rápido tratamiento, nada útiles, o por su escaso interés, superfluos.

Esta secuencia no debe ser trasladada a las aulas como un conjunto de pasos a seguir en un orden determinado. A lo largo de nuestra exposición hemos puesto de manifiesto cómo alguna de sus etapas no se pueden delimitar con claridad. Es evidente que esto no es lo importante, sino que lo es más, intentar reflejar en nuestro trabajo los objetivos que se persiguen en cada una de ellas. En todo caso, la aplicación de estos planteamientos a la realidad de las aulas deberá sugerir la mejor manera de alcanzar estos propósitos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANET, E. y NÚÑEZ, F., 1988. Ideas de los alumnos sobre la digestión: aspectos anatómicos, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 6(1), pp. 30-37.
- BANET, E. y NÚÑEZ, F., 1989. Ideas de los alumnos sobre la digestión: aspectos fisiológicos, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 7(1), pp. 35-44.
- BANET, E. y NÚÑEZ, F., 1991. Estudio de los alimentos: Plan de actuación en el aula basado en una secuencia constructivista del aprendizaje, *Investigación en la Escuela*, Vol. 13, pp. 31-58.
- BARRON, J. et al., 1987. Approaches to teaching Plant Nutrition. *CLIS in the classroom*. (Centre for studies in Science and Mathematics: University of Leeds).
- BEAUTIMAN, R. et al., 1987. Approaches to teaching the particulate theory of matter. *CLIS in the classroom*. (Centre for studies in Science and Mathematics: University of Leeds).
- DRIVER, R., 1986. Psicología cognitiva y esquemas conceptuales de los alumnos, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 4(1), pp. 3-15.
- DRIVER, R., 1988. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 6(2), pp. 109-120.
- HEWSON, P.W. y THORLEY, N.R., 1989. The conditions of conceptual change in the classroom, *International Journal of Science Education*, Vol. 11 (5), pp. 541-553.
- NEEDHAM, R. y HILL, P., 1987. Teaching strategies for development understanding in Science. *Children's learning in Science Project*. (University of Leeds).
- NUSSBAUM, J., 1989. Classroom conceptual change: philosophical perspectives, *International Journal of Science Education*, Vol. 11 (5), pp. 530-540.
- SCOTT, P., DYSON, T. y GATER, S., 1987. A constructivist view of learning and teaching in science. *CLIS in the classroom*. (Centre for studies in Science and Mathematics: University of Leeds).
- VALCÁRCCEL, M.V., PRO, A., BANET, E. y SÁNCHEZ, G., 1990. *Problemática didáctica del aprendizaje de las Ciencias Experimentales*. (Servicio de Publicaciones: Universidad de Murcia).