Obstáculos y alternativas para que los estudiantes de educación secundaria comprendan los procesos de nutrición humana

Enrique Banet
Universidad
de Murcia

¿Finalizan los estudiantes la enseñanza obligatoria con unos conocimientos adecuados en relación con los procesos de nutrición humana?; ¿cuáles son las principales dificultades que pueden impedir que esto suceda?; ¿qué iniciativas debemos poner en práctica los profesores en las aulas para intentar superarlas?, son las cuestiones básicas a las que pretende dar respuesta este artículo. Para ello, en primer lugar se presentan las principales referencias que, desde el punto de vista científico, deberían orientar la enseñanza de estos contenidos en ESO. A continuación, se describen y analizan las concepciones alternativas más significativas que se han encontrado en el alumnado, en relación con estos contenidos, y se analizan sus posibles causas. Por último, se describen algunos planteamientos educativos que podrían tener en cuenta los docentes para favorecer la construcción de aprendizajes significativos por parte del alumnado; también cuando lo que predomina en las clases son las explicaciones del profesor.

Palabras clave: *procesos de nutrición humana, ESO, aprendizaje, enseñanza.*

Obstacles and alternatives to secondary students' understanding of human nutrition processes
Do secondary students complete their compulsory schooling with adequate knowledge of human nutrition processes? What are the main difficulties that students have learning about this subject? What measures should teachers take to help overcome these difficulties? In order to answer these questions, this article first presents the main scientific references that should serve as a guide for teaching human nutrition processes at secondary level. It then describes, analyses and tries to account for the main alternative conceptions voiced by students in relation to this subject. Finally we present some methodological guidelines that teachers may well consider in order to facilitate meaningful learning by students, even in teacher-centred classes.

Keywords: *human nutrition processes, secondary education, learning, teaching.*

Muchos conocimientos que a los profesores nos parecen sencillos y evidentes, no lo son tanto para nuestros alumnos. Ésta es, precisamente, una de las principales razones que explican por qué les cuesta tanto comprender los contenidos que pretendemos que aprendan; los procesos de nutrición humana no constituyen una excepción. También es cierto que no todas las estrategias educativas que se ponen en práctica en las aulas tienen las mismas posibilidades de éxito.

Analizar algunos obstáculos y proponer alternativas para intentar favorecer que los estudiantes comprendan las finalidades de cada uno

de los procesos que intervienen en la nutrición humana y la de todos en su conjunto es, precisamente, el objetivo general de este artículo, que comienza con algunas preguntas de particular relevancia desde el punto de vista educativo:

- ¿Finalizan los estudiantes la enseñanza obligatoria con unos conocimientos adecuados en relación con estos contenidos?
  Desde mi punto de vista, la respuesta debe ser negativa. Como intentaremos justificar en los siguientes apartados, los resultados de las investigaciones llevadas a cabo en distintos niveles educativos permiten afirmar que es un fenómeno frecuente que los estudiantes finalicen la ESO, e incluso inicien los estudios universitarios, con conocimientos que no se corresponden con el saber científico que deberían haber adquirido.
- Esta consideración resalta la pertinencia de una segunda pregunta: ¿es posible cambiar esta situación, de manera que los estudiantes finalicen la enseñanza obligatoria con unos conocimientos adecuados sobre este tema? En este caso, la respuesta debe ser afirmativa.
- Esta aparente contradicción lleva a plantear dos nuevos interrogantes: si las dificultades para comprender la nutrición humana no resultan insuperables, ¿dónde se encuentran los principales obstáculos que impiden que esto suceda?, y, en consecuencia, ¿qué iniciativas debemos poner en práctica los profesores para intentar superarlos?

Fundamentar las respuestas a estas cuestiones y, en particular, aportar información en relación con las dos últimas son, precisamente, los fines de este artículo, en el que:

1. En primer lugar, se identifican las principales referencias científicas que, en nuestra actividad educativa, deberíamos priorizar los profesores, con objeto de facilitar que los estudiantes puedan entender el desarrollo y las finalidades de los procesos que intervienen en la nutrición.
2. A continuación, se analizan desde una perspectiva didáctica los principales obstáculos que se presentan para lograr estos aprendizajes, así como sus posibles causas.
3. Por último, se proponen algunas consideraciones educativas que pueden facilitar la superación de estas dificultades, de manera que los estudiantes adquieran unos conocimientos que, al menos en sus aspectos fundamentales, se correspondan con las explicaciones científicas sobre la nutrición humana.

Referencias para comprender la nutrición humana: los conocimientos científicos desde una perspectiva educativa

Para que nuestros alumnos aprendan, es tan importante que los profesores dominemos la materia a enseñar como que seamos capaces de identificar cuáles son las principales nociones que, desde el punto de vista científico, pueden contribuir a que comprendan mejor estos procesos, y planificar y desarrollar la enseñanza de acuerdo con estas referencias. Es decir, aunque se puede estar de acuerdo con la idea básica de que la nutrición humana tiene lugar como consecuencia de la contribución de distintos procesos fisiológicos (sistemas digestivo, respiratorio, circulatorio...), la manera de enfocar el estudio de estos contenidos puede ser sustancialmente distinta, según los criterios de cada profesor.

En este sentido, en el cuadro 1 se presentan, de manera muy resumida, algunas de las nociones que, a mi modo de ver, pueden contribuir mejor a que los estudiantes aprendan sobre la nutrición humana.

Estas ideas –que, debidamente adaptadas, también podrían ser útiles para primaria-, no pretenden explicar, en toda su extensión y complejidad, esta función; tampoco el orden con el que se deberían desarrollar los contenidos que, además, se podrían completar, matizar y/o plantear de otra manera. Sin embargo, sí resaltan algunas circunstancias muy relevantes a la hora de llevar a cabo el análisis científico de la nutrición humana, desde el punto de vista educativo. Entre ellas:

- La importancia de incluir los alimentos (al menos en lo que a su composición y funciones se refiere) como punto de partida para abordar el estudio de estos procesos. Una circunstancia que no siempre se produce y que debe facilitar que los estudiantes puedan ir conociendo, a medida que avanzamos en el desarrollo de estos contenidos, cómo utiliza el organismo las proteínas, los hidratos de carbono... que se obtienen de la leche o del pescado, por ejemplo.
- En segundo término, la especial atención que habría que prestar -tanto a nivel fisiológico como anatómico- a aquellas estructuras y procesos que pueden explicar mejor esta función (absorción de nutrientes en las vellosidades intestinales; intercambios de gases en los alvéolos y de sustancias entre sangre y células; significado e importancia del sistema capilar...). También resulta de particular relevancia resaltar la contribución de la circulación como mecanismo que relaciona e integra los distintos procesos que intervienen en la nutrición y la hacen posible.
- Por último, y con objeto de completar este análisis, sería necesario establecer, de manera suficientemente explícita, las relaciones entre los nutrientes que contienen los alimentos que

Cuadro 1. Referencias básicas para comprender la nutrición humana

1. La nutrición requiere la incorporación de sustancias procedentes del exterior.
   - Nutrientes contenidos en los alimentos y oxígeno procedente del aire inspirado.
2. Los nutrientes realizan diferentes funciones (suministrar energía y sustancias para el crecimiento, renovación, reparación de estructuras y para regular procesos).
   - Clasificación de los alimentos y de los nutrientes que contienen según sus funciones.
3. Los nutrientes sencillos producidos en la digestión se incorporan a la sangre en el intestino delgado.
   - Anatomía y fisiología del sistema digestivo, prestando atención a las vellosidades y a la absorción intestinal.
4. Parte del oxígeno que penetra en los pulmones se incorpora a la sangre en los alvéolos pulmonares.
   - Composición de los aires atmosférico, inspirado y espirado.
   - Anatomía y fisiología del sistema respiratorio; relaciones entre las vías respiratorias y la circulación de la sangre en el interior de los pulmones: alvéolos pulmonares.
5. El sistema circulatorio transporta los nutrientes y el oxígeno a las distintas células del cuerpo.
   - Esquema general de la circulación: estructura y funciones del corazón.
   - Contribución a los procesos de nutrición: sistema capilar e intercambio de sustancias entre sangre y células.
6. Los nutrientes y el oxígeno se utilizan en las células para suministrar energía y sustancias para el crecimiento, renovación, reparación de estructuras y para regular procesos (nociones básicas).
7. Como consecuencia de los procesos de nutrición se producen sustancias de desecho que se eliminan al exterior.
   - Estructura del sistema excretor renal, con especial atención a la circulación de la sangre en el interior del riñón y a la formación y transporte de la orina al exterior del riñón.
   - Las heces y el dióxido de carbono como productos de excreción.

comemos y el oxígeno del aire que inspiramos, con su utilización a nivel celular (proporcionar energía y suministrar las sustancias necesarias para el crecimiento, la renovación y reparación de estructuras, o para regular procesos).

Como decíamos antes, estas consideraciones deberán tener en cuenta el nivel educativo de los estudiantes. En este sentido, mientras que al finalizar la educación primaria sería suficiente que la nutrición fuera situada en los distintos órganos del cuerpo humano (eso sí, «de todos»; incluidos los huesos, por ejemplo), con unas nociones muy elementales sobre su naturaleza, a lo largo de secundaria se debería profundizar un poco más, intentando que los estudiantes comprendan algunos detalles elementales sobre el metabolismo celular.

Si estamos de acuerdo con estas referencias científicas, a partir de ellas se podrían concretar los principales objetivos de enseñanza y presentarlos de manera que los estudiantes los puedan aprender.

En todo caso, aunque nos puede parecer que estos aprendizajes no tienen por qué resultar difíciles para nuestros alumnos -en particular, en los últimos cursos de secundaria-, la investigación educativa ha puesto de manifiesto que existen importantes obstáculos para que estos contenidos sean comprendidos; dificultades que los profesores debemos conocer y valorar.

Algunos obstáculos importantes para que los estudiantes comprendan los procesos de nutrición

Al igual que sucede en relación con otros contenidos científicos, los niños y niñas van construyendo desde bien pequeños explicaciones particulares sobre el funcionamiento de su cuerpo. Como comentaremos después, el contexto familiar y social, y sus percepciones sobre lo que supone alimentarse, respirar..., contribuyen a generar en ellos concepciones sobre la nutrición humana que con frecuencia son alternativas a los aprendizajes que los profesores pretendemos que desarrollen (Arnaudin y Mintzes, 1985; Cubero, 1988; Anderson, Sheldon y Dubay, 1990; Núñez y Banet, 1996; Kao, 2007; entre muchos otros), y que tienen distinta relevancia desde el punto de vista educativo: algunas tienen que ver con ciertos detalles anatómicos o fisiológicos que pueden ser importantes para comprender la digestión o la respiración pulmonar; otras, sin embargo, se refieren a las relaciones que se establecen entre los distintos procesos implicados en esta función (véase de nuevo el cuadro 1) y se presentan como obstáculos más difíciles para los estudiantes.

Modelos conceptuales que utilizan los estudiantes para explicar los procesos de nutrición

Los resultados del estudio llevado a cabo por Núñez y Banet (1997) con estudiantes de 11 a 17 años de edad (desde 6.º de primaria hasta lo

que hoy sería 1.º de bachillerato) pusieron de manifiesto que sus explicaciones sobre los procesos de nutrición se podían resumir en seis modelos (véase la figura 1):

- Los más alejados de los conocimientos científicos (modelos 1 y 2) se caracterizan por el hecho de que no se relacionan ni integran los procesos que intervienen en la nutrición. Para los estudiantes que se encuentran en este grupo, la alimentación (que asimilan a nutrición) y la respiración tendrían lugar, básicamente, en el sistema digestivo y en los pulmones, respectivamente. Aunque admitan que en la sangre existen nutrientes y, en algunos casos, también oxígeno, estas circunstancias no se entenderían, necesariamente, como etapas para poner estas sustancias a disposición de los distintos órganos del cuerpo.
  Como se puede observar en la figura 2, según los resultados obtenidos entonces, muchos estudiantes que finalizan la educación primaria podrían pensar de la manera que representa el segundo de estos modelos.
- En un nivel intermedio se sitúan aquellos que relacionan los sistemas digestivo, respiratorio y circulatorio con la nutrición humana (modelos 3 y 4), pero no son capaces de integrar, de manera adecuada, cómo suceden estos procesos, ya que ignoran las razones por las que los nutrientes y el oxígeno son necesarios para los distintos órganos y células del cuerpo (los que se encuentran en el modelo 3 pueden señalar que el dióxido de carbono es producido en los pulmones, en la sangre o en los órganos). Ésta podría ser la opinión de muchos de los estudiantes durante la ESO.
- Los modelos más avanzados –aquellos que en mayor medida relacionan e integran todos los procesos- no llegarían a ser desarrollados por un buen número de estudiantes que finalizan la educación obligatoria; sin embargo, sí formarían parte de la forma de pensar de la mayoría de los que se encuentran en bachillerato que, además, conocerían los detalles más generales sobre la utilización de los nutrientes y el oxígeno por las células del organismo. No obstante, mientras que en el modelo 5 consideran que los productos de la digestión que se incorporan a la circulación serían proteínas o polisacáridos (como el almidón), en el 6 se reconoce la transformación de nutrientes complejos en sencillos (glucosa, aminoácidos...) como consecuencia de este proceso.

Estos resultados muestran que, si bien es cierto que durante la educación obligatoria los estudiantes aprenden distintos detalles relacionados

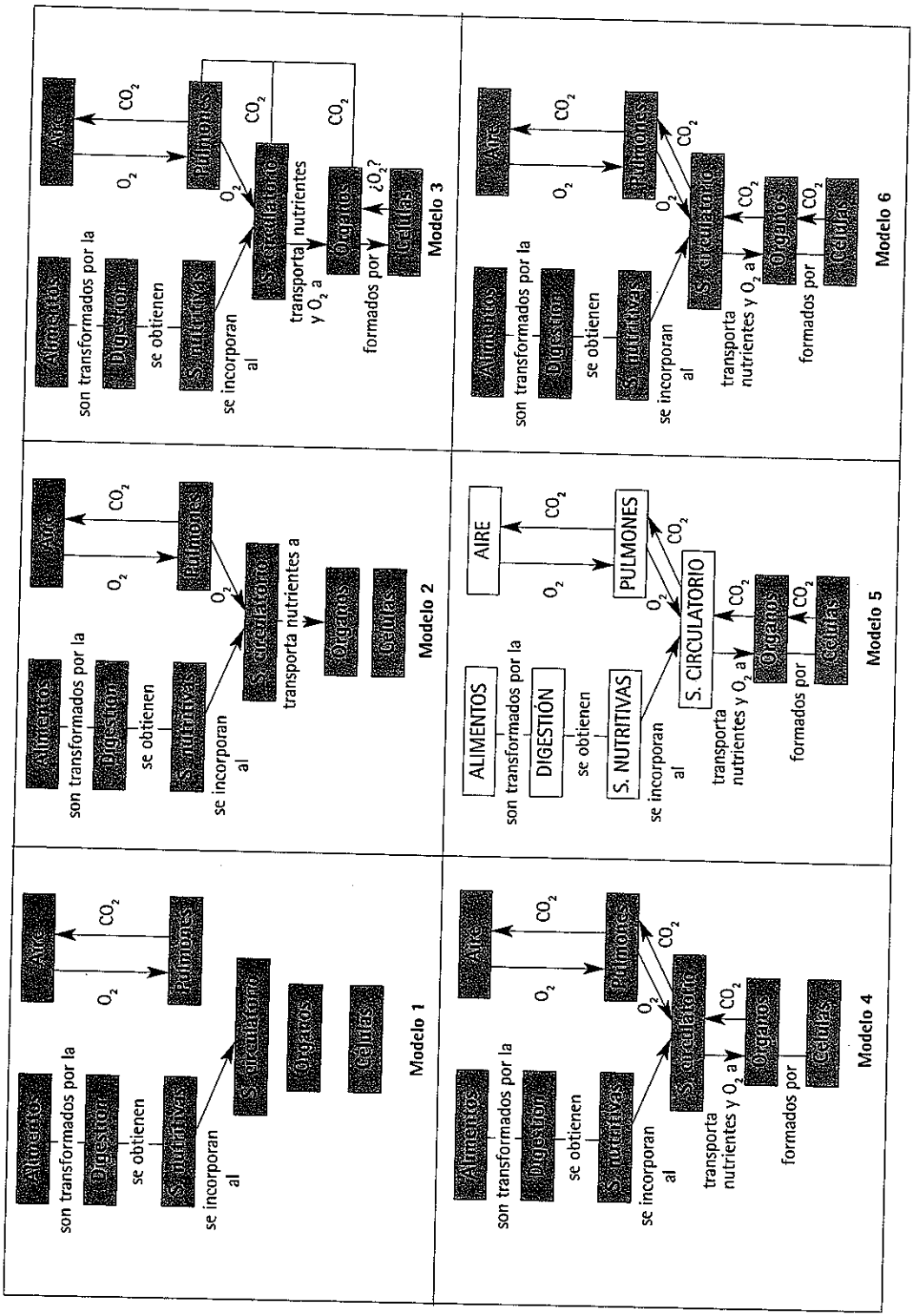
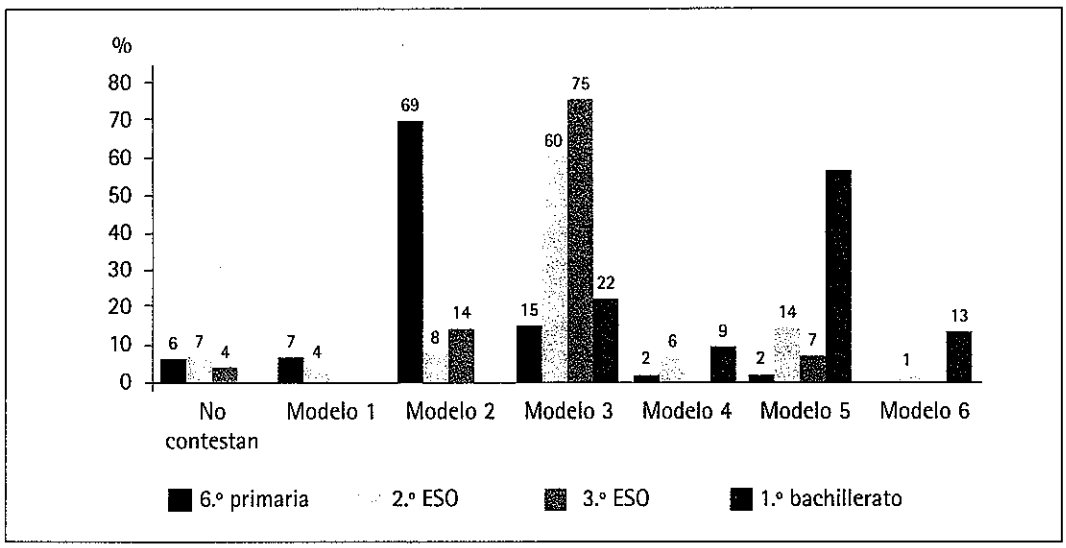


Figura 1. Modelos conceptuales de los estudiantes sobre los procesos de nutrición

Figura 2. Modelos sobre los procesos de nutrición: resultados



con la anatomía y la fisiología de los sistemas digestivo, respiratorio..., es más que probable que finalicen esta etapa con unos conocimientos incompletos o equivocados sobre los procesos de nutrición; es decir, sin comprender su significado desde el punto de vista científico.

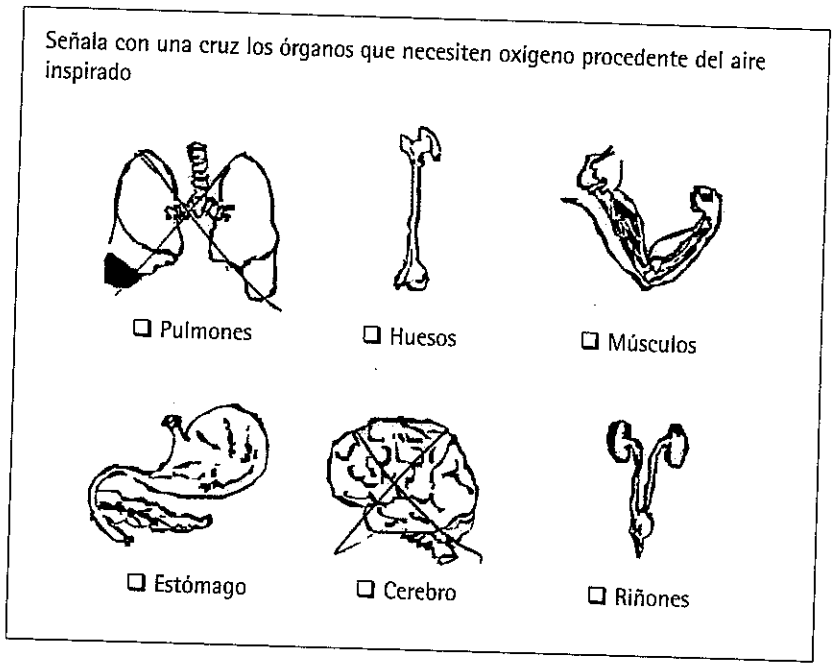
Sin embargo, aun cuando las formas de pensar de los estudiantes se correspondan con los dos últimos modelos descritos, se puede identificar una idea -muy extendida incluso entre estudiantes universitarios- que no suele ser demasiado explícita pero que pone de manifiesto una manera muy particular de entender estos procesos, de la que nos ocupamos a continuación.

La nutrición tiene lugar en algunos órganos del cuerpo humano (no en todos)

Si preguntamos a nuestros alumnos si los nutrientes y el oxígeno son necesarios para todos los órganos del cuerpo, la respuesta, muy probablemente, sería afirmativa. Sin embargo, si les planteamos situaciones como la que se presenta en la figura 3 (una similar se puede utilizar para los nutrientes), podemos comprobar no sólo que la estrategia anterior no era la mejor manera de conocer sus puntos de vista al respecto, sino que la realidad es otra muy diferente. Es decir:

- Un buen número de estudiantes no señalarán todos los ejemplos que se les presentan.
- Además, en sus respuestas se observará:
  - Que los nutrientes y el oxígeno se relacionan con los sistemas digestivo y respiratorio, respectivamente, pero con menor frecuencia se admite que ambas sustancias resulten necesarias para estos dos órganos.

Figura 3. No todos los órganos del cuerpo necesitan oxígeno



- Que aquellas estructuras que se consideran más importantes para el funcionamiento del cuerpo humano -como el corazón o el cerebro- se señalan con mayor frecuencia que otras, como los riñones o los huesos.

Habría que tener en cuenta, por tanto, que incluso a aquellos estudiantes que explican razonablemente bien la nutrición humana no les supone ningún problema asumir la contradicción que supone considerar que el sistema circulatorio transporta nutrientes y oxígeno a los distintos órganos, y responder de la manera que se presenta en la figura 3, ignorando el significado real de la organización celular del cuerpo humano.

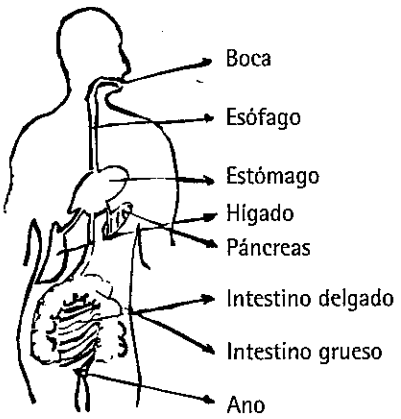
Una de las razones que puede explicar que los estudiantes piensen de esta manera reside en que los profesores damos por supuesto que no tienen problemas en relación con estos aspectos; en consecuencia, unos por otros, no prestamos a estos aspectos la necesaria atención durante la enseñanza.

Además de los ejemplos presentados, se han identificado otras concepciones que afectan a los distintos sistemas que intervienen en la nutrición, que también es necesario considerar, si pretendemos que los estudiantes conozcan de manera adecuada el funcionamiento de cada uno de los procesos implicados en esta función.

Figura 4. Pr

Figura 4. Preguntas y respuestas relacionadas con la digestión de los alimentos

Dibuja el recorrido de un trozo de pan desde que penetra por la boca, y escribe, de manera ordenada, los distintos órganos por los que pasa:



Boca - esófago - estómago - intestino grueso - intestino delgado.

¿En qué órganos del sistema digestivo vierte sus secreciones...
... el hígado?: en el estómago.
... el páncreas?: en el estómago.

Califica de 0 (ninguna acción digestiva) a 3 (acciones muy intensas) según la contribución de cada una de las siguientes estructuras a la digestión química de los alimentos:

Boca: 3	Esófago: 0	Intestino delgado: 2
Estómago: 3	Ano: 2	Intestino grueso: 2

Enumera los jugos digestivos que conozcas:
jugo gástrico, bilis.

¿En qué órgano del sistema digestivo se absorben los productos resultantes de la digestión de alimentos?
en el intestino delgado.

El estómago como órgano central en la digestión de los alimentos

Se trata, sin duda, de una idea muy extendida entre los estudiantes, que se infiere como consecuencia de la coherencia que muestran sus respuestas a cuestiones como las que se presentan en la figura 4.

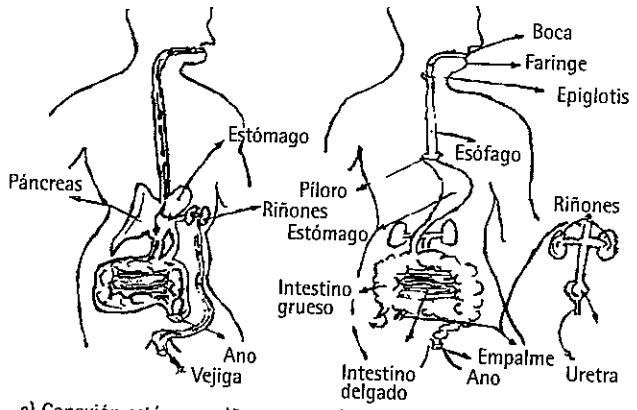
Considerar que las secreciones del hígado y del páncreas se vierten en el estómago (aunque a veces, alguna de ellas se relaciona con el intestino delgado, que en el ejemplo presentado se sitúa a continuación del grueso), así como el desconocimiento de las acciones digestivas de la saliva y de las secreciones intestinales, son circunstancias que llevan a los estudiantes a pensar de esta manera.

Utilidad del agua para el organismo

En los últimos cursos de secundaria nos podemos encontrar con estudiantes que expliquen, de manera más o menos adecuada, cómo utiliza el organismo los nutrientes y el oxígeno, pero que piensen que el agua que bebemos pasa del sistema digestivo –a través de la sangre, o mediante algún conducto de comunicación– a los riñones para ser eliminada al exterior. En la figura 5 presentamos, a modo de ejemplos, los dibujos realizados por un estudiante de secundaria y un profesor universitario, titulado en química.

Figura 5. Relaciones entre los sistemas digestivo y excretor renal

En la siguiente silueta del cuerpo humano, dibuja el recorrido del agua, desde que penetra por la boca:



a) Conexión estómago-riñones (estudiante de 2º curso de ESO)

b) Conexión intestino delgado-riñones (profesor universitario de ciencias)

Más allá de que puedan ser interpretados como meras anécdotas, detrás de estos dibujos existe un profundo desconocimiento de la importancia del agua para el organismo, como medio de transporte de solutos, gases, enzimas..., en el que se producen los procesos metabólicos celulares, o como sustancia necesaria para la regulación de la temperatura corporal.

Otros obstáculos para comprender los procesos de nutrición

Además de los ejemplos presentados, se han descrito otras dificultades para que los estudiantes aprendan estos contenidos; algunas de ellas, que se presentan de manera muy resumida en el cuadro 2, se refieren a ámbitos más particulares, pero también pueden constituir importantes obstáculos para realizar valoraciones adecuadas sobre su alimentación o sobre el significado y el desarrollo de los procesos de nutrición.

Los lectores interesados en ampliar la información que se ha presentado, pueden consultar la bibliografía que se cita en este artículo; también la pueden confirmar en sus aulas utilizando algunas de las situaciones que en él se describen. Pero...

¿Qué razones pueden explicar el hecho de que los estudiantes desarrollen estos conocimientos alternativos, a pesar de la reiterada enseñanza que han recibido en primaria y secundaria?

Desde hace tiempo, son muchos los estudios que –desde perspectivas psicológicas, pedagógicas y, en el ámbito que nos ocupa, desde la didáctica de las ciencias– han aportado información sobre las causas por las que muchos estudiantes no comprenden los contenidos de ense-

Cuadro 2. Otras concepciones alternativas relacionadas con los procesos de nutrición

	LOS ESTUDIANTES...
Alimentos y nutrientes	• No relacionan los alimentos más energéticos (incluyen leche, patatas, pan o carne, por ejemplo) con los que más engordan. • Desconocen las funciones reguladoras. • No identifican los distintos nutrientes con las funciones que se desarrollan a nivel celular.
Sistema digestivo	• Incluyen la laringe como parte del sistema digestivo (con o sin faringe); con menor frecuencia ignoran el esófago o cambian el orden de los intestinos. • Realizan dibujos claramente deficientes, en los que no suelen estar claras las conexiones entre los distintos órganos, en particular, entre los intestinos y el estómago.
Sistema respiratorio	• Confunden la composición de los aires inspirado y espirado (el primero estaría formado mayoritariamente por oxígeno, el segundo casi exclusivamente por dióxido de carbono). • No saben explicar la estructura interna de los pulmones (en particular, la circulación de la sangre y la estructura alveolar).
Sistema circulatorio	• No conocen las relaciones entre el corazón y los vasos sanguíneos que están conectados con este órgano. • No han desarrollado un esquema adecuado sobre la circulación de la sangre en el organismo.
Sistema excretor renal	• Desconocen la estructura interna de los riñones; en particular, aquellos detalles más elementales que pueden explicar el origen de la orina.

ñanza (Driver, Guesne y Tiberghien, 1985; Benlloch, 1997; De Posada, 1996; Pozo y Gómez Crespo, 1999; entre muchos otros). Como se puede observar en el cuadro 3:

- Unas tienen que ver con las relaciones con su entorno: lo que perciben mediante los órganos de los sentidos, las creencias populares y las informaciones que proporcionan los medios de comunicación, en ocasiones contrarias al saber científico.
- Otras son consecuencia del pensamiento analógico, que utilizamos las personas para explicar determinados fenómenos cuando carecemos de nociones específicas para interpretarlos.
- Los conocimientos que así se generan tienen una gran influencia sobre las formas de pensar de los estudiantes; con frecuencia, en grado mayor que la de la información académica que reciben en las aulas. Sin embargo, en otras ocasiones habrá que buscar las causas en la enseñanza: las omisiones y simplificaciones que profesores o libros de texto realizamos para hacer más asequibles los contenidos a los estudiantes; algunos dibujos y esque-

Cuadro 3. Razones que pueden explicar algunas ideas sobre la nutrición (Banet, 2001)

Sensorial • El agua que bebemos pasa del sistema digestivo a los riñones para ser eliminada al exterior.	• A mayor ingestión de líquidos mayor frecuencia en su eliminación.
Social • Las vitaminas proporcionan energía al organismo. • Consideraciones poco adecuadas sobre el valor nutritivo de los distintos alimentos.	• Anuncios en TV que destacan su valor energético. • Creencias populares, prácticas familiares.
Sensorial y social • El estómago es el centro del proceso digestivo. • La respiración es un proceso pulmonar.	• Respaldo perceptivo a estas referencias sociales: sensación de saciedad en el estómago después de comer (el término intestino no se suele utilizar en el lenguaje cotidiano); inspiración y espiración.
Analógico • El corazón limpia y purifica la sangre. • Las venas son tuberías por donde circula sangre.	• Importancia del corazón en el funcionamiento del cuerpo humano. • Los líquidos circulan por conductos cerrados.
Ámbito educativo • La respiración consiste en tomar oxígeno y expulsar dióxido de carbono. • No todos los órganos necesitan nutrientes y oxígeno.	• Simplificaciones inadecuadas en las explicaciones, esquemas, de libros de texto y profesores al explicar la respiración humana. • Falta de referencias explícitas en la enseñanza a la anatomía interna de los pulmones y a la estructura celular de todos los órganos.

mas que, aun siendo correctos, no se aclaran de manera suficientemente explícita, con lo que pueden llevar a los estudiantes a conclusiones equivocadas, son otras razones que pueden explicar ejemplos como los presentados en el cuadro anterior.

En todo caso, los resultados de la interacción entre ambas fuentes de información producen el desarrollo de unos conocimientos generalmente poco aceptables y alternativos a los científicos que, con frecuencia, se organizan en esquemas conceptuales de gran poder predictivo para los estudiantes; es decir, en estructuras que incluyen un conjunto de nociones, relacionadas entre sí, mediante las cuales explican –y dan respuesta a– las distintas situaciones que se les plantean, tanto en ámbitos cotidianos como académicos.

Esta característica adquiere mayor alcance si, además, se tiene en cuenta que ideas como las presentadas son compartidas por estudiantes de distintos contextos educativos y de diferentes países.

Teniendo en cuenta las consideraciones realizadas en este apartado, no nos puede extrañar que una de las características de los conocimientos alternativos de los estudiantes –y a la vez una de las circunstancias