

Historia de la Ciencia e ideas de los alumnos como referentes para seleccionar contenidos sobre nutrición

Juan Carlos Rivadulla-López ¹, Susana García-Barros ² y Cristina Martínez-Losada ³

Departamento de Pedagogía e Didáctica, Universidade da Coruña (España).

¹juan.rivadulla@udc.es, ²susg@udc.es, ³cmarl@udc.es

[Recibido en septiembre de 2014, aceptado en julio de 2015]

En este trabajo se realiza una revisión histórica acerca de la construcción del conocimiento sobre la nutrición humana, que fue evolucionando desde ideas simplistas e inconexas sobre las funciones vitales, centradas en el organismo, a concepciones más complejas e integradoras de la nutrición dentro del marco de la teoría celular y su interacción con el medio. También se hace una revisión de distintos estudios sobre las concepciones del alumnado respecto a la nutrición humana, mostrando que los niños son conscientes de la necesidad de los alimentos para vivir, crecer..., aunque no disponen de una idea unificada de nutrición en la que se integren las funciones de los distintos sistemas. Teniendo en cuenta la revisión histórica y las concepciones del alumnado, hemos desarrollado una serie de ideas clave que orienten la progresión del estudio de la nutrición humana en Educación Primaria y 1º ciclo de ESO. Estas se aglutinan alrededor de cuatro dimensiones: *a) el concepto de nutrición y su finalidad; b) los órganos y sistemas que intervienen en la misma; c) la alimentación y su importancia para la salud y d) la repercusión del proceso nutritivo en el medio*. En cada una de ellas se consideran tres niveles de dificultad creciente a los que se asocian una serie de interrogantes que sirven para trabajar distintas ideas clave sobre nutrición humana.

Palabras clave: historia de la ciencia; nutrición humana, ideas alumnado; Educación Primaria; ESO.

History of Science and students' ideas as reference to select contents about nutrition

This work makes a historical review of the construction of knowledge about human nutrition, which evolved from simplistic and unconnected ideas on vital functions, focusing on the organism, to more complex concepts and inclusive of nutrition within the framework of the cell theory and its interaction with the environment. A review of various studies on conceptions of students with respect to human nutrition, showing that children are aware of the need for food to live, grow, although they do not have a unified idea of nutrition which integrates the functions of the different systems is also. Taking into account the historical review and the conceptions of the students, we have developed a series of key ideas that guide the progress of the study of human nutrition in primary education and first cycle of ESO. These key ideas clump around four dimensions: *a) the concept of nutrition and his purpose; b) the organs and systems that take part in it; c) the nourishing and its importance for health and d) the repercussion of the nourishing process in the environment*. In each dimension, three levels of increasing difficulty are considered, all of them associated with a series of questions in order to work on different key ideas about human nutrition.

Keywords: history of science; human nutrition; students' ideas; Primary Education; ESO.

Para citar este artículo: Rivadulla-López, J.C., García-Barros, S. y Martínez-Losada, C. (2016). Historia de la Ciencia e ideas de los alumnos como referentes para seleccionar contenidos sobre nutrición. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (1), 53-66. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18014>

Introducción

La enseñanza de la nutrición humana es un tópico central dentro del núcleo conceptual de la Biología, y su estudio se realiza en los distintos niveles educativos. Su objetivo es que el alumnado adquiera una visión unificada de nutrición como proceso vital que conlleva el intercambio de materia y energía con el medio, y con la consiguiente transformación del mismo.

La nutrición encierra importantes dificultades de aprendizaje, pues demanda cierto nivel de abstracción y generalización, detectándose abundantes concepciones alternativas entre el alumnado. Muchos libros de texto también muestran ideas restringidas sobre el concepto de nutrición (García Barros y Martínez Losada, 2005), y como estos materiales son el recurso más utilizado en las aulas (Rivadulla-López, García Barros y Martínez Losada, 2013), ello hace que esas concepciones de los estudiantes se vean fortalecidas. Por eso, es necesario tener en cuenta

estas ideas, adquiridas en el ámbito educativo o fuera de él , para planificar y desarrollar la enseñanza sobre la nutrición humana.

La mejora de la enseñanza requiere una selección, organización y secuenciación de contenidos, para definir la ciencia escolar en el ámbito de la nutrición humana. La toma de decisiones en este sentido puede utilizar como referentes distintos marcos teóricos, aunque las dificultades históricas y epistemológicas de la construcción del conocimiento, así como las dificultades de aprendizaje mostradas por los estudiantes pueden ser aspectos importantes a tener en cuenta. Concretamente la revisión histórica permite identificar los grandes enigmas que dirigieron la adquisición del conocimiento en torno a las diferentes teorías explicativas, y los obstáculos epistemológicos que impedían el cambio de las mismas para generar una idea de nutrición en el marco de la teoría celular. Estas dificultades en la construcción del conocimiento científico, sin ser necesariamente equiparables a las dificultades de aprendizaje, podrían tener un cierto paralelismo, pues las revisiones de las ideas del alumnado identifican la dificultad de que se adquiriera una visión sintética de la nutrición humana, que además resulte operativa para entender la importancia de una alimentación sana y equilibrada.

Por todo ello, en este trabajo proponemos una serie de ideas clave para trabajar la nutrición humana, así como un itinerario de progresión de las mismas a lo largo de la Educación Primaria y el 1º ciclo de ESO, y que también pueden servir para organizar y desarrollar el currículum, basándonos en las dificultades históricas del conocimiento científico sobre la nutrición humana y en las concepciones del alumnado sobre este tópico.

Aproximación histórica al conocimiento científico sobre la nutrición humana

La construcción del conocimiento sobre la nutrición humana a lo largo de la Historia fue un proceso difícil, debido a la propia complejidad de esta función vital. Para facilitar el análisis, siguiendo a Banet , dividiremos esta revisión en distintas épocas. En cada una de ellas destacamos el marco teórico vigente, las preguntas que se suscitaron y los conocimientos que se poseían en cada una de ellas.

En la *Edad Antigua y Media* se intenta dar respuesta a dos interrogantes: *¿cómo funciona el organismo humano?*, *¿de qué depende la salud?* Para ello, Hipócrates (460-370 a.C.) mantiene la teoría de que el cuerpo humano está formado, fundamentalmente, por componentes líquidos (los *humores*) y por partes sólidas (los órganos), y las transformaciones, mezclas e interacciones entre esos humores son las responsables del funcionamiento del organismo, dependiendo la salud de su equilibrio (Barona, . Desde esta perspectiva Hipócrates asocia la respiración a un mecanismo de refrigeración del cuerpo, imprescindible para el mantenimiento de la vida, mientras que otros como Platón (428-347 a. C.) la asocian a la producción de calor interno, así como al aporte de partículas que le permiten sobrevivir.

En el siglo II d.C. Galeno (129-200 d.C.) propone un modelo más complejo que interpretaba las principales funciones del cuerpo humano, mediante la acción de los humores en órganos específicos (corazón y cerebro) . Así, considera que los alimentos sufren una serie de procesos: masticación realizada por los dientes, y transformación en el estómago por la acción de la bilis amarilla y la bilis negra, separándose los constituyentes asimilables o útiles y de los menos aprovechables. El producto resultante de las acciones digestivas (quilo) pasa al hígado, donde se transforma en sangre venosa oscura, que se dirige al corazón. Ahí la sangre se mezcla con el aire procedente de los pulmones convirtiéndose en sangre arterial roja caliente. La sangre no circula, sino que está sometida a un vaivén, teniendo arterias y venas funciones diferentes. Lo indicado

muestra que si bien los antiguos intentaban relacionar la función de los distintos órganos, carecían de un conocimiento integrado de la digestión, respiración y circulación.

A partir del *Renacimiento* surge la necesidad de profundizar en *¿cómo es la anatomía/fisiología humana?*, introduciéndose el estudio experimental que da lugar a un mayor conocimiento anatómico. Así, Aselli (1581-1626) atrae la atención hacia los vasos lactíferos o quilíferos, sentando las bases para estudios posteriores del estómago y la digestión. Por otra parte, a raíz del descubrimiento de la circulación de la sangre iniciado por Servet (1511-1553) y continuado por Harvey (1578-1657), se supone que las arterias y las venas debían de estar conectadas, como más tarde demostraron los estudios de Malpighi (1628-1694) y Leewenhoek (1632-1723).

Paralelamente a los descubrimientos anatómicos, en el siglo XVI surgen diferentes tendencias en la interpretación de los procesos fisiológicos. En concreto la tendencia mecanicista, impulsada por Descartes (1596-1650), considera que el corazón actúa como una bomba que, al contraerse, impulsa la sangre y la digestión se entiende como un proceso de disgregación progresiva de los alimentos en porciones más reducidas. A su vez el movimiento iatroquímico describe de forma más completa la digestión, señalando que consiste en procesos que disuelven químicamente los alimentos, a los que Silvio (1614-1672) denominó genéricamente *fermentación* (Entralgo, 1998). Como contrapunto a las tendencias anteriores surgen también en el siglo XVII las teorías vitalistas. Así, según Glisson (1597- 1677) la materia viva posee una *fuertza vital*, que es la que mantiene la organización y funcionamiento de los organismos.

Independientemente del marco teórico, se mantienen dos interrogantes relevantes: *¿cuál es la función de los alimentos y del O₂ en nuestro cuerpo?* La función energética la suscita Lavoisier (1743-1794), al entender la respiración como un proceso de combustión en el que se consume O₂ y se elimina CO₂, aunque la circunscribe a los pulmones. Sin embargo Lagrange (1736-1813) sugiere que el calor se origina en todos los tejidos por los que circula la sangre. En esta misma línea, Liebig (1803-1873), también atribuye una función plástica a aquellos alimentos que son portadores de nitrógeno y otros minerales (azufre, fósforo...).

En el siglo XIX, se comienza a tener un conocimiento más integrado y relacionado de las funciones de digestión, respiración y circulación, considerando que el cuerpo humano se encuentra organizado en distintos sistemas y que éstos, a su vez, están integrados por partes heterogéneas u órganos. Además, frente a las ideas vitalistas, se entiende que los procesos vitales, aunque más complejos, se rigen por leyes similares a las de la materia inerte, descartando la existencia de fuerzas vitales y resaltando la importancia de la experimentación para conocer las condiciones que rigen esos procesos. Por otra parte, con el perfeccionamiento de las técnicas de observación fue posible establecer que los tejidos estaban constituidos por estructuras menores –las células-, desarrollándose en el siglo XIX la Teoría Celular que interpreta a éstas como las unidades básicas de funcionamiento de los organismos vivos tanto en plantas como en animales.

A lo largo del siglo XX y hasta la *Actualidad*, se produce un gran desarrollo del conocimiento en el ámbito de la biología celular, lo que permite determinar las rutas metabólicas que producen energía y los procesos biosintéticos que originan las sustancias estructurales y reguladoras. Además el desarrollo tecnológico y científico permite identificar el lugar de la célula (citoplasma, orgánulos celulares concretos, etc.) en el que se producen los citados procesos. Todos estos descubrimientos avalan la Teoría Celular enunciada con anterioridad y dan respuesta a una importante cuestión, *¿cómo y dónde se produce el proceso de nutrición?*

Una vez superado el vitalismo y aceptándose que los procesos vitales se pueden interpretar a nivel molecular, se percibe que los seres vivos poseen un alto nivel de organización en el que “el todo es más que la suma de las partes”, surgiendo así el llamado organicismo (ver Jiménez

Alexandre, 2003). De todos modos, esta organización no es sinónimo de situación estática, pues la vida está en continuo cambio, evolución, reparación...

En el mantenimiento de la vida la función de nutrición es trascendente pero, *¿cuál es su finalidad?* Tal mantenimiento demanda un continuo reemplazamiento químico que se consigue mediante la función metabólica. En este sentido, Maturana y Varela la asocian a la *autopoiesis*, que se refiere precisamente a esa continua producción de sí misma que caracteriza a la vida y se reconoce por el incesante flujo de energía y esa “química vital”, que es el metabolismo.

Desde esta perspectiva teórica la nutrición se reconoce como un proceso metabólico celular que requiere, en los organismos complejos pluricelulares, del funcionamiento coordinado de órganos y sistemas que garanticen la obtención de materia y energía en continua interacción bidireccional con el exterior del ser vivo, es decir, en el medio. Por otra parte, esta interacción supone un cambio continuo de dicho medio provocado por la propia actividad vital de los organismos que lo habitan. En definitiva, la vida en el planeta depende de los intercambios continuos entre el medio físico y el biológico.

Para finalizar, en la Tabla 1 se muestra la evolución de las ideas sobre nutrición humana desde la Edad Antigua hasta la actualidad.

Tabla 1. Evolución histórica del conocimiento de los procesos de la nutrición humana.

Época	Características
(S. V-XIV) Edad Antigua y Media	<i>Marco teórico</i> La salud depende del equilibrio entre humores. Las transformaciones, mezclas e interacciones entre humores son los procesos responsables del funcionamiento de los organismos.
	<i>Preguntas</i> ¿Cómo funciona el organismo humano?; ¿De qué depende la salud?
	<i>Conocimientos acerca de:</i> - <i>Alimentación:</i> Proceso mecánico y de cocción de los alimentos - <i>Sangre:</i> Se produce en el hígado y no circula, sino que está sometida a un vaivén. - <i>Respiración:</i> Unida al concepto de vida: frío o calor vital. No existe un conocimiento integrado de las funciones de digestión, respiración y circulación
(S. XV-XIX) A partir del Renacimiento	<i>Marco teórico</i> Coexisten dos tendencias: - La materialista: los fenómenos vivos tienen una explicación física (mecanicismo) o química (iatroquímico). - La vitalista: la materia viva tiene capacidad para desarrollar reacciones vitales, es decir, posee una fuerza vital.
	<i>Preguntas</i> ¿Cómo es la anatomía/fisiología humana?; ¿Qué función tienen los alimentos y el O ₂ en el cuerpo?
	<i>Conocimientos acerca de:</i> - <i>Alimentación:</i> Se descubren los procesos químicos asociados a la digestión de los alimentos. Éstos tienen dos funciones: energética y plástica. - <i>Circulación:</i> El corazón es el órgano impulsor de la sangre, que circula a través de venas y arterias portando oxígeno a todas partes. - <i>Respiración:</i> Proceso químico que proporciona energía en el que intervienen “alimentos” y oxígeno. Existe un conocimiento más integrado y relacionado de las funciones de digestión, respiración y circulación

Tabla 1. (Continuación).

Época	Características
(S. XX) En la actualidad	<i>Marco teórico:</i> - El organicismo: los seres vivos disponen de un alto nivel de organización. - El mantenimiento del ser vivo demanda una continua reconstrucción mediante la interacción con el medio y la función metabólica.
	<i>Preguntas</i> - ¿Cómo y dónde se produce el proceso de nutrición? - ¿Cuál es la finalidad de la nutrición en el mantenimiento de la vida?
	<i>Conocimientos acerca de:</i> El funcionamiento de órganos y sistemas coordinados entre sí garantizan el metabolismo celular (conjunto de reacciones químicas dirigidas a la obtención de energía y a la biosíntesis de moléculas). Existe una idea integradora de nutrición dentro del marco de la Teoría Celular y dentro del marco ecológico que explican los flujos de materia/energía en el mismo.

Ideas del alumnado sobre la nutrición humana

Las investigaciones sobre ideas de los alumnos en relación a la nutrición humana se han centrado en aspectos anatómicos y funcionales de órganos/sistemas, en la función de la alimentación/nutrición y en la relación de la alimentación con la salud. Sin embargo, ninguna investigación hace referencia explícita a la relación entre la alimentación/nutrición y el medio ambiente. En cualquier caso, en general los trabajos son extensos en cuanto a que trabajan con diferentes grupos de edades

Los estudios referidos al *concepto/finalidad de la nutrición humana*, muestran que los alumnos de los primeros cursos de Primaria entienden que la comida sirve para crecer y para vivir. Además, los estudiantes de toda la Educación Primaria y ESO, utilizan con mucha frecuencia los términos alimentación y nutrición como si fueran sinónimos (Cubero, 1998), cuando en realidad describen dos procesos que, aunque se encuentran ligados, son diferentes.

Los estudios de ideas de los niños sobre *la alimentación y la salud*, ponen de manifiesto que los pequeños asignan a los alimentos un papel positivo (verduras, carne y pescado) o negativo (dulces, grasas y derivados cárnicos), mientras que al finalizar Primaria ya conocen términos como proteínas, vitaminas y grasas, asignándoles un papel positivo (vitaminas, proteínas) o negativo (grasas), aunque confunden nutrientes, alimentos y aditivos. Además, asocian dieta equilibrada a algún tipo de necesidad especial (enfermedad, edad avanzada...). Este hecho justifica que los niños a estas edades, e incluso los alumnos de Secundaria, tengan dificultades a la hora de elaborar una dieta equilibrada. Además, los estudiantes de más avanzada edad tienen problemas para explicar las funciones de los nutrientes en el cuerpo, siendo la energética la más conocida (se relaciona con el fortalecimiento de cuerpo y músculos), mientras que las plásticas y las reguladoras casi son ignoradas y apenas se relacionan con el crecimiento y con la salud.

En relación a los *sistemas que intervienen en la nutrición*, los niños de los primeros cursos de Primaria solo identifican algunos órganos de los sistemas, siendo los más conocidos los que pertenecen al sistema digestivo, sobre todo el estómago, al que identifican con una “bolsa” donde se almacena la comida, e incluso lo equiparan con una parte o con toda la zona del tronco humano. Además, ya desde Infantil representan la barriga/estómago y/o el corazón como órganos implicados en la respiración. En cuanto a la expulsión de desechos, los escolares relacionan las heces con la comida y la orina con la bebida en sus representaciones del sistema digestivo y del excretor. Así, suelen describir y/o dibujar el sistema digestivo con dos salidas a partir del estómago, mezclando la comida y la bebida, que comparten un tramo del recorrido por el interior del cuerpo, se separan

en algún momento y salen por dos orificios diferentes: uno para las heces y otro para la orina ; García Barros, Martínez Losada y Garrido, 2011).

Al finalizar Primaria, aunque reconocen más órganos internos , los niños tienen dificultades para interpretar la nutrición como una función en la que intervienen distintos sistemas que se hallan interconectados entre sí . Siguen considerando al sistema digestivo como el principal sistema que interviene en la nutrición , y aunque ya reconocen que la sangre transporta sustancias, lo hacen de una forma muy restringida, ya que no entienden que el CO₂ se transporte por el sistema circulatorio , porque al ser un gas tóxico su presencia en la sangre es incompatible con la vida. Por otra parte, al no identificar la respiración como un proceso celular , los alumnos no relacionan correctamente el papel de la sangre como medio de transporte del O₂ desde los pulmones a las células y del CO₂ desde éstas hasta el sistema respiratorio . Los estudiantes también desconocen los órganos que forman el sistema excretor y piensan que la “parte mala” de los alimentos hay que desecharla , pero no diferencian defecación de excreción, considerando ambas como el resultado de la expulsión de restos de comida .

Por su parte, al finalizar la Secundaria, los alumnos siguen teniendo algunas dificultades para identificar órganos de sistemas interconectados , y percibir la nutrición celular . Además, los estudiantes siguen priorizando al sistema digestivo como sistema principal de la nutrición, aunque ya hacen referencias más explícitas del sistema excretor (Rivadulla-López, 2013).

Para finalizar, en la Tabla 2 se muestra una síntesis de las ideas del alumnado sobre nutrición humana desde la Educación Infantil hasta el final de la ESO, en relación a las tres dimensiones que establecimos anteriormente para su estudio.

Tabla 2. Ideas del alumnado sobre los procesos relacionados con la nutrición humana.

Etapa	Ideas del alumnado
Primaria 1º y 2º ciclo de Infantil	<i>Concepto/finalidad de nutrición</i> - Identifican comer con vivir, crecer, estar fuertes... <i>Alimentación y salud</i> - Asignan a los alimentos un papel positivo (verdura, carne y pescado) o negativo (dulces, grasas y derivados cárnicos). <i>Órganos/sistemas que intervienen</i> - No reconocen los sistemas, solo identifican algunos órganos. El más conocido es el estómago, al que consideran una “bolsa” donde se almacena la comida. - Relacionan la barriga y el corazón con la respiración. - Identifican dos salidas a partir del estómago: uno para heces y otro para orina.
de la ESO Primaria y 1º 3º ciclo de	<i>Concepto/finalidad de nutrición</i> - Confunden nutrición con alimentación. <i>Alimentación y salud</i> - Asocian dieta equilibrada a algún tipo de necesidad especial debido a una enfermedad, edad avanzada.... - Conocen términos como proteínas o vitaminas, a las que les asignan un papel positivo, o como grasas que perciben como negativas. <i>Órganos/sistemas que intervienen</i> - Identifican más órganos internos, aunque tienen dificultades para ver los sistemas integrados y no siempre reconocen su intervención en la nutrición. - Consideran al digestivo como el sistema central en la nutrición, aunque algunos ya reconocen que la sangre transporta sustancias. - Identifican la respiración solo como un intercambio de gases en los pulmones. - Desconocen los órganos que forman el sistema excretor y no diferencian la defecación de la excreción.

Tabla 2. (Continuación)

Etapa	Ideas del alumnado
Secundaria Resto de	<i>Concepto/finalidad de nutrición</i>
	- Siguen confundiendo nutrición con alimentación
	<i>Alimentación y salud</i>
	- Tienen problemas para identificar la función de los distintos nutrientes y para elaborar una dieta equilibrada.
	<i>Órganos/sistemas que intervienen</i>
	- Todavía tienen dificultad para entender de forma integrada la función de todos los sistemas y su relación con la nutrición celular.
	- Siguen destacando la función digestiva frente al resto aunque ya hacen referencias más explícitas del sistema excretor.

Organización y secuenciación de contenidos en relación a la nutrición humana en Educación Primaria

Tanto las dificultades históricas como las de aprendizaje de los alumnos, nos sugiere que la enseñanza de las Ciencias ha de promover la evolución paulatina del conocimiento con el consiguiente desarrollo de hábitos, comportamientos y actitudes cada vez más interiorizadas y justificadas. En este apartado presentamos una propuesta de organización y progresión de contenidos, partiendo de una selección de ideas clave amplias que se concretan en otras cada vez más específicas organizadas jerárquicamente en función de su dificultad. Dichas ideas se asocian a modelos de nutrición progresivamente más adecuados.

En la selección de las ideas clave se toma como referente la concepción del ser vivo como sistema caracterizado por estar formado por unos determinados componentes bien organizados que interaccionan entre sí, y que se hallan en continuo cambio y en continua interacción con el medio externo. Además, y dado que el ser humano es un ser social y racional con capacidad para tomar decisiones y reflexionar sobre sus consecuencias, no olvidaremos la derivación personal y social de esta interacción. Concretamente se consideran cuatro dimensiones que se hallan interrelacionadas entre sí: Concepto/finalidad de la nutrición, Órganos/sistemas que intervienen en la nutrición, Alimentación y Salud, Alimentación/nutrición y medio ambiente. Tal y como se observa en la Figura 1, a cada dimensión se ha asociado una idea clave “finalista” que constituye el punto de llegada deseable para la Educación Primaria, que tomamos e referente para establecer la progresión de ideas clave subordinadas.

La propuesta de progresión se realiza en tres niveles que se corresponden con los tres ciclos de Primaria. En las tablas 3, 4, 5 y 6, se proponen las ideas subordinadas respecto a cada dimensión, que dan respuesta a cuestiones relevantes y que los estudiantes pueden aplicar a situaciones/contextos de su vida cotidiana.

La progresión de las ideas clave relativas al concepto/finalidad de la nutrición (Tabla 3), transcurre desde una idea intuitiva de nutrición asimilable a la alimentación que permite que nos mantengamos sanos y podamos seguir una vida saludable, para pasar a una idea más específica en la que, relacionando la alimentación con la nutrición, se destaca la función de esta última, centrada en la construcción y reconstrucción de estructuras y en la obtención de energía. En el tercer nivel se da un paso más situando este proceso en las distintas partes de nuestro cuerpo concretamente en sus “unidades vivas” –presentación, sin entrar en detalles, de la idea de célula-.

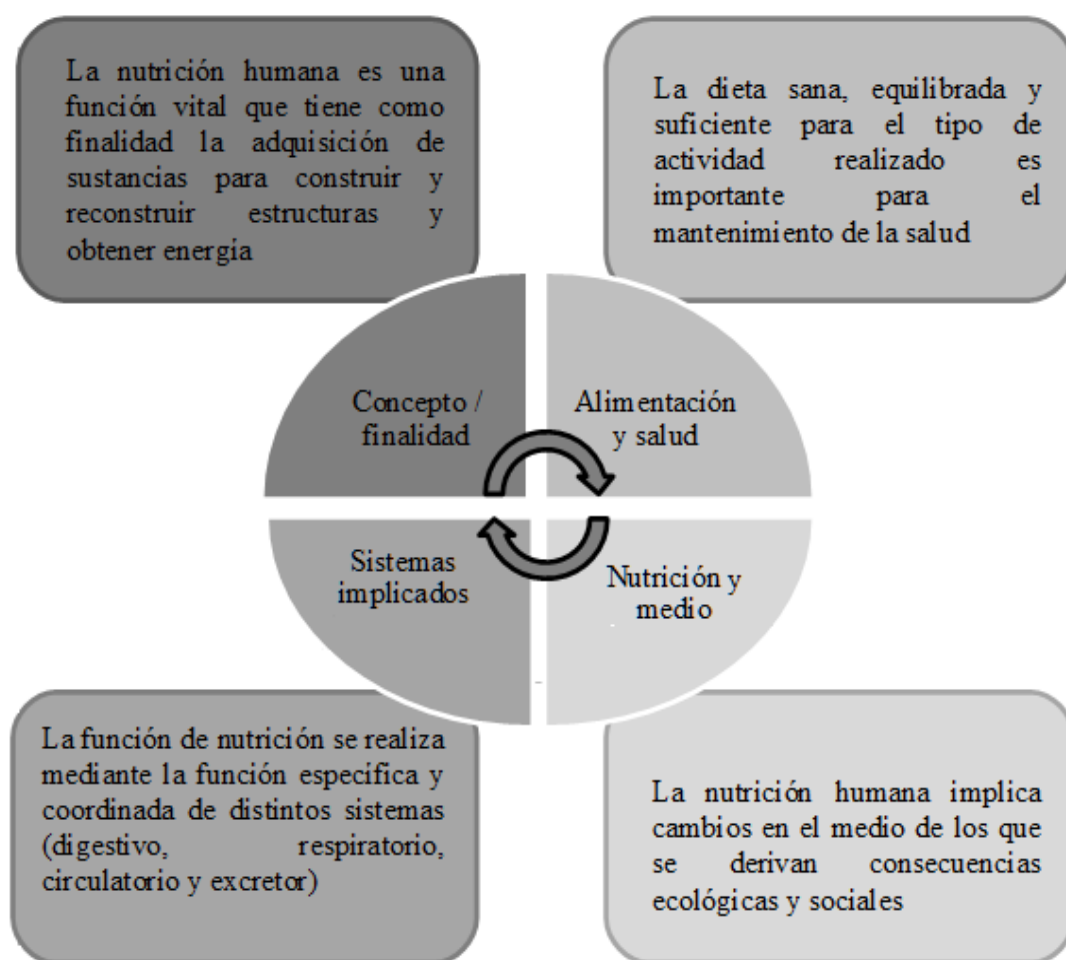


Figura 1. Ideas clave relativas a la nutrición humana.

Tabla 3. Propuesta de interrogantes e ideas clave para trabajar la nutrición humana como función asociada a la obtención de materia y energía.

INTERROGANTES	IDEAS CLAVE
<i>¿Para qué necesitamos comer?, y ¿respirar?</i>	Comer bien y respirar continuamente es imprescindible para mantenernos vivos, para estar fuertes, para hacer cosas (pensar, movernos... crecer... curarnos si estamos enfermos...)
<i>¿Para qué le sirven a nuestro cuerpo los alimentos y el oxígeno que respiramos?, ¿qué es eso de la nutrición?, ¿tiene algo que ver con la alimentación y con la respiración?</i>	- Los alimentos nos aportan determinados materiales, denominados nutrientes, que sirven para construir y reconstruir las estructuras de nuestro organismo (huesos, piel, sangre...). - Esos materiales junto con el oxígeno que respiramos son imprescindible para obtener la energía necesaria para mover nuestros músculos, la sangre..., en definitiva para que nuestro cuerpo funcione. - El proceso por el cual a partir de los nutrientes se obtiene la materia y energía necesaria se llama nutrición.
<i>¿La función de nutrición se realiza en algún lugar concreto de nuestro cuerpo?</i>	El proceso de nutrición consiste en una serie de reacciones bioquímicas complicadas que tienen lugar en todas las partes del cuerpo, concretamente en cada una de nuestras células.

En relación a los sistemas que intervienen en la nutrición, la progresión se basa en la introducción paulatina de dichos sistemas (Tabla 4). Se empieza por el digestivo y respiratorio, pues son los que más directamente se relacionan con las sustancias que ingresan en nuestro organismo, para pasar posteriormente a introducir los otros dos sistemas (circulatorio y excretor), hasta ofrecer una visión sistémica e interrelacionada de los mismos. Se opta por trasladar el estudio del sistema excretor al último nivel, pues se considera más adecuado relacionarlo con las sustancias de desecho que se producen en las células.

Tabla 4. Propuesta de interrogantes e ideas clave para trabajar los sistemas implicados en la nutrición humana.

INTERROGANTES	IDEAS CLAVE
<i>¿A dónde va la comida que comemos? ¿Se queda toda en nuestro cuerpo o sale algo?</i> <i>¿A dónde va el aire que respiramos?</i>	- La comida llega al estómago a través de un tubo y luego pasa al intestino. Estos órganos están conectados. - Parte de los alimentos se quedan en el cuerpo, pues son imprescindibles para la vida y los que no se utilizan se expulsan al exterior en forma de heces. - El aire llega a los pulmones a través de tubos y parte de él (el oxígeno que es imprescindible para la vida) se queda en el cuerpo.
<i>Las personas para nutrirnos necesitamos oxígeno y algunas sustancias de los alimentos ¿cómo hace nuestro cuerpo para obtenerlas?</i> <i>Además es necesario que esas sustancias y el oxígeno lleguen a todas partes del cuerpo, ¿Quién es el encargado de transportarlas?</i>	- El estómago, los intestinos, etc., forman el sistema digestivo que transforma los alimentos, obteniéndose así los nutrientes (proteínas, azúcares, grasas) que el cuerpo necesita. - El aire que contiene oxígeno entra en los pulmones a través de la tráquea y de los bronquios que forman el sistema respiratorio. - La sangre que se mueve impulsada por el corazón por una serie de vasos (sistema circulatorio), se encarga de transportar las sustancias. - El sistema circulatorio capta los nutrientes del digestivo y el oxígeno que también es un nutriente del respiratorio. Además distribuye estos nutrientes por todo el cuerpo.
<i>Al nutrirnos las personas producimos desechos como las heces, pero hay otros desechos, ¿sabráis decir cuáles son?, ¿de dónde proceden?, ¿cómo hace nuestro cuerpo para expulsarlos?</i>	- El cuerpo humano además de las heces, que son los desechos directos expulsados por el sistema digestivo, expulsa otros desechos, el dióxido de carbono y otras sustancias, que se eliminan al exhalar el aire y al orinar respectivamente. - Las sustancias de desecho se producen en las células de todo el cuerpo. - El sistema circulatorio conduce estas sustancias a los pulmones y a los riñones, que forman parte del sistema excretor, donde se produce la orina.

La progresión de las ideas clave relativas a la alimentación y salud (Tabla 5), comienza con una idea intuitiva de alimentación, asociada a los hábitos alimenticios y al origen de los alimentos, para pasar en un segundo nivel al concepto de dieta equilibrada. Por último, en el tercer nivel se justifica la función de los distintos nutrientes en el marco de la dieta equilibrada.

Tabla 5. Propuesta de interrogantes e ideas clave e para trabajar la alimentación y la salud.

INTERROGANTES	• IDEAS CLAVE
<i>¿Solemos comer los mismos alimentos al desayuno, comida...? ¿Cuál es el origen de los alimentos, es decir, animal, vegetal manufacturado, fresco...?</i>	- A lo largo del día solemos realizar diferentes comidas, siendo el desayuno una de las más importantes, pues nos aporta la energía necesaria para la actividad de la mañana. - Los alimentos proceden de la agricultura, la ganadería, los bosques, el mar, etc., y se pueden consumir directamente (frescos) o bien requieren de procesos de transformación en la industria alimentaria (congelado, enlatado, ahumado...).
<i>A lo largo del día comemos en distintos momentos ¿Qué entendemos por alimentación adecuada y equilibrada? ¿La dieta adecuada y equilibrada es igual para cualquier persona? ¿Qué consecuencias tiene llevar a cabo una mala alimentación?</i>	- La dieta adecuada y equilibrada es aquella que aporta a cada individuo todos los alimentos precisos para cubrir sus necesidades, mantener la salud y prevenir la aparición de enfermedades. Ésta es diferentes para cada persona, teniendo en cuenta sus características físicas y el ejercicio que realice. - Llevar a cabo una mala alimentación repercute en la salud de las personas, llegando a provocar obesidad, desnutrición...
<i>¿Cómo convencerías a un compañero de que las personas necesitan distintos alimentos dependiendo de su edad, actividad...? Es decir, ¿por qué se recomienda a una futura madre tomar leche, carnes, pescados; a un deportista tomar plátanos...?</i>	- En momentos de crecimiento las estructuras aumentan de tamaño y cantidad, al incrementarse el número de células. Esto requiere un aporte suficiente de nutrientes, sobre todo de aquellos asociados a la función plástica. Por ello, los lácteos, las carnes... son alimentos idóneos, por su contenido en proteínas (nutrientes plásticos) y sales minerales (calcio, hierro...). - La actividad física requiere el aporte de nutrientes sobre todo de aquellos asociados a la función energética. Por ello, el plátano es un alimento idóneo, por su contenido en hidratos de carbono (nutrientes energéticos) y sales minerales (potasio, magnesio, fósforo...).

Finalmente cabe destacar que, aunque la relación entre la alimentación/nutrición y el medio ambiente se refiere tanto a la obtención como a la eliminación de sustancias, en la progresión de ideas clave que planteamos a continuación (Tabla 6), nos centraremos exclusivamente en la eliminación de sustancias, pues desde la escuela se puede incidir con más facilidad en el desarrollo de conciencias y, especialmente, comportamientos personales que eviten el exceso de residuos asociados a la alimentación/nutrición y la consecuente alteración del medio ambiente. En este caso, en el primer nivel, se parte de los desechos que produce nuestro cuerpo para posteriormente, en el segundo nivel, acercarnos a los residuos que producimos los seres humanos debido a nuestra alimentación, a sus características y su posible transformación y reutilización, sin olvidar el acercamiento al desarrollo de hábitos responsables. En el tercer nivel se profundiza en las consecuencias que tiene para el medio ambiente la acumulación de determinados desechos, justificándose así comportamientos personales deseables.

Tabla 6. Propuesta de interrogantes e ideas clave e para trabajar la alimentación/nutrición y el medio ambiente.

INTERROGANTES	IDEAS CLAVE
<i>Nuestro cuerpo produce desechos (heces, orina...), ¿a dónde van?, ¿qué les pasa?, ¿desaparecen o se conservan en algún sitio?</i>	- Las aguas residuales se producen debido a la actividad humana. Su composición es muy variada, pues en ellas se encuentran restos de comida (aceites, desperdicios), de la actividad fisiológica (heces, orina) y de productos de limpieza e higiene (jabones, detergentes, etc.). - Estas aguas llegan a pozos negros o por las alcantarillas a las depuradoras, donde se transforman para que no contaminen.

Tabla 6. (Continuación)

INTERROGANTES	IDEAS CLAVE
<i>¿Qué tipos de residuos producimos debido a nuestra alimentación?</i> <i>¿Cuáles pueden reutilizarse directamente?, ¿cuáles necesitan transformarse para ello?</i> <i>¿Os dice algo la regla de las 3 R's?</i>	- Los seres humanos generamos una alta cantidad de residuos tanto orgánicos de origen biológico (restos de frutas o verduras, el papel...), como inorgánicos (envases de pvc, latas de aluminio, bolsas de plástico...). - Algunos residuos inorgánicos pueden reutilizarse directamente (bolsas de plástico, envases...). Otros residuos inorgánicos (papel, vidrio) y en general los orgánicos requieren de una transformación para su reutilización. De esos últimos se puede obtener abono orgánico o compost, siendo necesaria la intervención de organismos vivos. - La regla de las 3 R's (reducir, reutilizar y reciclar) es muy recomendable y se puede y debe aplicar para evitar el exceso de residuos resultantes de nuestra alimentación.
<i>¿Cómo convencerías a un compañero de que es conveniente reutilizar las bolsas de plástico habituales o, en su caso, utilizar bolsas hechas de fécula de patata?</i> <i>¿Cómo le convencerías para que empleara en su vida diaria la regla de las 3 R's?</i>	- El uso desmesurado de bolsas de plástico contamina suelos, mares y ríos. Muchos animales marinos mueren por ingesta de plásticos. - Las bolsas de fécula de patata son biodegradables, es decir, se descomponen por la intervención de organismos vivos y tardan unos 180 días en ello, mientras que las de plástico tardan 300 veces más. Por eso es aconsejable la alternativa biodegradable. - La alta producción de basura generada en el proceso alimenticio puede cambiar el equilibrio de la vida de un lugar determinado y alterar el medio ambiente, incidiendo en el aire, el agua, el suelo, el subsuelo y, como es obvio, en la cadena alimentaria. Es por ello que se deben practicar las estrategias que la regla de las 3 R's expone para cuidar y disminuir el impacto ambiental: reducir, reutilizar y reciclar.

Conclusiones

En este trabajo se realiza un acercamiento a la organización del estudio de la nutrición y a su progresión en la educación primaria. El tema, de indiscutible relevancia educativa, encierra dificultades tanto en lo que se refiere a la construcción del conocimiento científico a lo largo de los años, como en lo relativo al aprendizaje de los niños/as, que han sido tomados como referente.

Se intentó aportar una visión amplia y organizada de la nutrición humana que, a través de preguntas e ideas clave, sirvan de orientación a los docentes de los distintos cursos de primaria. En concreto, se ha atendido al propio concepto de nutrición, oculto muchas veces en el proceso de enseñanza por los detalles del estudio anatómico y fisiológico de los sistemas. Además se acerca a la repercusión de la nutrición humana en el medio, lo que nos permite abundar en la construcción del modelo de ser vivo y también a la educación de hábitos saludables que trasciendan la mera dieta equilibrada. Lógicamente no se han obviado los sistemas implicados en la nutrición sus funciones e interrelaciones.

Agradecimientos

Trabajo subvencionado por el Ministerio de Ciencia e Innovación EDU2011-27772.

Referencias bibliográficas

- Banet, E. (2001). *Los procesos de nutrición humana*. Madrid: Síntesis.
- Banet, E., y López, C. (2010). ¿Cómo mejorar el desayuno de los escolares de Educación Primaria? *Investigación en la Escuela*, 71, 63-83.
- Banet, E., y Núñez, F. (1990). Esquemas conceptuales de los alumnos sobre la respiración. *Enseñanza de las Ciencias*, 8, 105-110.
- Barona, J. L. (1991). *La fisiología: origen histórico de una ciencia experimental*. Madrid: Akal.
- Benarroch, A. (2008). Una simulación teatral para la enseñanza de la nutrición humana en la educación primaria. *Alambique*, 55, 96-103.
- Benlloch, M. (1984). *Por un aprendizaje constructivista de las ciencias*. Madrid.
- Brinkmann, F., y Boschhuizen, R. (1989). Preinstruccional ideas in biology: a survey in relation with different research methods on concepts of health and energy. En M. T. Voorbach y L. G. M. Prick (Eds.), *Research and developments in teacher education in the Netherlands* (pp. 75-90). London, UK: Taylor y Francis, Inc.
- Cakici, Y. (2005). Exploring Turkish upper primary level pupils' understanding of digestion. *International Journal of Science Education*, 27(1), 79-100.
- Cañal, P. (2008). *Investigando los seres vivos : proyecto curricular Investigando nuestro mundo (6-12)*. Sevilla: Díada.
- Coll, C. (1991). *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento* Barcelona: Paidós Ibérica, D.L.
- Crombie, A. C. (1974). *Historia de la Ciencia: De San Agustín a Galileo*. Madrid: Alianza.
- Cubero, R. (1996). La construcción del conocimiento en el proceso digestivo. Un estudio longitudinal. *Enseñanza de las Ciencias*, 2, 102-109.
- Cubero, R. (1998). Aprendizaje de la digestión en la enseñanza primaria. *Alambique*, 16, 33-43.
- Entralgo, L. (1998). *Historia Universal de la Medicina*. Barcelona: Masson Multimedia.
- García Barros, S., y Martínez Losada, C. (2005). La nutrición en textos escolares del último ciclo de Primaria y primero de Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, número extraordinario, 6 pp.
- García Barros, S., Martínez Losada, C., & Garrido, M. (2011). What do Children Aged Four to Seven Know about the Digestive System and the Respiratory System of the Human Being and of Other Animals? *International Journal of Science Education*, 33(15), 2095-2122.
- Gellert, E. (1962). Children's conceptions of the content and functions of the human body. *Genetic Psychology Monographs*, 65, 293-405.
- Giordan, A. (1988). *Conceptos de biología I y II, volumen I y II*. Madrid - Barcelona: MEC-Labor.
- Jaakkola, R. O., y Slaughter, V. (2002). Children's body knowledge: Understanding 'life' as a biological goal. *British Journal of Developmental Psychology*(20), 325-342.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la Biología. En M. P. Jiménez Aleixandre, A. Caamaño, A. Oñorbe, E. Pedrinaci y A. De Pro (Eds.), *Enseñar Ciencias*. Barcelona: Graó.

- Kao, H. L. (2007). A Study of Aboriginal and Urban Junior High School Students' Alternative Conceptions on the Definition of Respiration. *International Journal of Science Education*, 29(4), 517-533.
- López, D., Quijano, S., y Erazo, E. (2005). El problema de la nutrición: una mirada desde el aula del clase. *Revista ieRed: Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa*, 1(3), 1-21.
- Martínez Segura, M. J. (1997). *Módulo ALSACON (Alimentación, Salud y Consumo): fundamentación, planificación, aplicación y evaluación con alumnos de Educación Secundaria Obligatoria*. Universidad de Murcia, Murcia.
- Mathai, S., y Ramadas, J. (2009). Visuals and Visualisation of Human Body Systems. *International Journal of Science Education*, 31(3), 439-458.
- Maturana, H., y Varela, F. J. (1981). Autopoiesis and Cognition: The Realization of The Living. *Boston Studies in the Philosophy of Science*, 42.
- Neumann, K., Viering, T., Boone, W. J., y Fischer, H. E. (2013). Towards a learning progression of energy. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(2), 162-188.
- Núñez, F., y Banet, E. (1997). Students' conceptual patterns of human nutrition. *International Journal of Science Education*, 19(5), 509-526.
- Núñez, G., Mazzitelli, C., y Vázquez, S. (2007). ¿Qué saben nuestros alumnos sobre alimentación y nutrición? *Revista Iberoamericana de Educación*, 5(43), 1-8.
- Porter, R. (2003). *Breve historia de la medicina. De la Antigüedad hasta nuestros días*. Madrid: Taurus Minor.
- Pozuelos, F. J., González, A., y Travé, G. (2008). *Investigando la alimentación humana. Proyecto curricular investigando nuestro mundo (6-12)*. Sevilla: Materiales Curriculares.
- Reeve, S., y Bell, P. (2009). Children's Self-documentation and Understanding of the Concepts 'Healthy' and 'Unhealthy'. *International Journal of Science Education*, 31(14), 1953-1974.
- Reiss, M. J., y Tunnicliffe, S. (2001). Student's understanding of human organs and organ systems. *Research in Science Education*, 31, 383-399.
- Rivadulla-López, J. C. (2013). *El desarrollo del currículum desde la perspectiva del profesorado. La nutrición humana*. Universidade da Coruña, A Coruña.
- Rivadulla-López, J. C., García Barros, S., & Martínez Losada, C. (2013). La enseñanza de la nutrición humana en Educación Primaria desde una perspectiva medioambiental. *AmbientalMente Sustentable*, 15-16(1), 19-29.
- Rivarosa, S., y De Longhi, A. (2006). La noción de alimentación y su representación en alumnos escolarizados. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(3), 534-552.
- Rowlands, M. (2004). What do children think happens to the food they eat? *Journal of Biological Education*, 38(4), 167-171.
- Tamayo, O. E., y Sanmartí, N. (2007). High-school Students' Conceptual Evolution of the Respiration Concept from the Perspective of Giere's Cognitive Science Model. *International Journal of Science Education*, 29(2), 215-248.
- Teixeira, F. M. (2000). What happens to the food we eat? Children's conceptions of the structure and function of the digestive system. *International Journal of Science Education*, 22, 507-520.

- Travé, G., y Pozuelos, F. J. (2008). Consideraciones didácticas de las líneas de investigación en materiales curriculares. A modo de presentación. *Investigación en la Escuela*, 65, 3-10.
- Turner, S. (1997). Childrens' understanding of food and health in primary classrooms. *International Journal of Science Education*, 19(5), 491-508.