

Los conceptos biológicos en libros de texto de Primaria

Lourdes Pérez de Eulate

Departamento de Didáctica de la Matemática y
Ciencias Experimentales. U.P.V./E.H.U

Enrique Llorente

Amaia Andrieu

Departamento de didáctica de la Expresión Musical, Plástica
y Corporal. U.P.V./E.H.U.

1. OBJETIVO

Se trata de analizar los conceptos de digestión-excreción de algunos textos escolares de Primaria desde una perspectiva multidimensional que tenga en cuenta las interacciones entre las dimensiones conceptuales, didácticas, cognitivas y visuales. En una primera aproximación analizaremos los aspectos icónicos y verbales, así como la interacción entre los mismos y su relación con las ideas del alumnado detectadas en trabajos anteriores (Pérez de Eulate, 1992). Nos interesa también estudiar los cambios que puedan existir en el tratamiento de los conceptos mencionados en los distintos cursos.

En el presente trabajo se estudian las siguientes cuestiones:

1. ¿Qué relación conceptual existe entre las imágenes y el texto escrito?
2. ¿Cómo intervienen los libros de texto en la construcción de ideas científicas?. Particularmente, ¿qué relación tiene la presentación icónica y escrita de contenidos en la producción y refuerzo de las preconcepciones del alumnado?
3. ¿Qué variación existe en estos dos aspectos entre 3º y 6º de Primaria?

2. METODOLOGIA

Muestra de textos

Tras un sondeo a 34 centros públicos de Primaria en Vitoria se identificaron las 8 (6 en castellano y dos en euskara) editoriales de más amplia difusión. Una vez examinados todos los libros de texto, se comprobó que el aparato digestivo se introduce por primera vez en 3º y por última en 6º, aunque la mayoría de las editoriales lo tratan en 5º. Para este trabajo hemos escogido los textos de los niveles extremos pertenecientes a las editoriales Edelvives, 1993 (3º) y SM, 1995 (6º).

Instrumentos de análisis

Tras realizar un pequeño estudio preliminar (Pérez de Eulate, Llorente y Andrieu, 1995), se han elaborado algunas plantillas de análisis orientadas a dar respuesta a las cuestiones objeto de esta investigación, plantillas no definitivas que se irán perfeccionando a medida que se vaya completando la revisión de textos.

Dimensiones del análisis

1. Información verbal e icónica:

a. Información icónica

b. Información verbal en forma de rótulos integrados en la ilustración

c. Información verbal del texto explicativo

Hemos agrupado la información en dos áreas: morfología (aspectos estructurales) y fisiología (aspectos funcionales), limitándonos a recoger los datos conceptuales mencionados en cada uno de los tres tipos de información, lo que permitirá detectar la proporción de información suministrada por cada uno de ellos, así como la redundancia existente.

2. Comparación de la información del libro de texto con las concepciones previas del alumnado y con el paradigma actual.

En este apartado hemos analizado los conceptos globales de digestión, absorción y excreción presentados en los dos libros de texto y los hemos comparado con las características que poseen en las concepciones espontáneas del alumnado y en el paradigma científico vigente.

3. ANALISIS Y COMENTARIOS

3.1. Información verbal e icónica

3.1.1. Digestión

En las tablas 1 y 2 aparece la frecuencia de aparición de las distintas estructuras y funciones mencionados en los tres tipos de información presentes en los apartados que sobre digestión dedican los libros de texto analizados.

Se explican conceptos clave para la fisiología de la nutrición, como es el paso de sustancias a la sangre, pero en 3º no se muestran en las ilustración. Por otra, también en 3º, los aspectos más subrayados son la trituración del alimento y expulsión de heces, si bien son precisamente las dos operaciones de carácter más mecánico del proceso digestivo y, por lo tanto, las más fácilmente accesibles a la comprensión del alumnado. Todo ello refuerza la idea mecánica de digestión como mero paso de alimento y dificulta su relación con la nutrición, es decir con el aprovechamiento de alimento.

TABLA 1

Aspectos estructurales: Morfología

Concepto	ilustraciones		rótulos		texto		TOTAL	
	3°	6°	3°	6°	3°	6°	3°	6°
boca	2	2	1	1	0	0	3	3
dientes	0	0	0	0	0	1	0	1
lengua	0	0	0	0	0	1	0	1
esófago	2	2	1	1	0	0	3	3
estómago	2	2	1	1	0	0	3	3
hígado	2	1	0	1	0	0	2	2
páncreas	1	1	0	1	0	0	1	2
intestinos	-	-	+		0	0	1	-
intestino delgado	2	2	0	1	0	0	2	3
intestino grueso	2	2	0	1	0	0	2	3
ano	2	1	1	1	1	0	4	2
TOTAL	15	13	5	8	1	2	21	23

En la tabla 1 se puede observar la existencia de un claro predominio de la información icónica respecto a la verbal. El desequilibrio es tan grande que cabe pensar en una falta de adecuación entre ambos modos de presentar la información. De hecho, aparecen órganos dibujados que no son identificados verbalmente en ninguno de los dos tipos de texto escrito de los dos niveles analizados.

TABLA 2

Aspectos funcionales: Fisiología

Concepto	ilustraciones		rótulos		texto		TOTAL	
	3°	6°	3°	6°	3°	6°	3°	6°
saliva	0	0	0	0	0	1	0	1
bolo alimenticio	1	0	0	0	0	3	1	3
trituration del alimento	0	0	1	0	1	1	2	1
jugo pancreático	0	0	0	0	0	1	0	1
bilis	0	0	0	0	0	1	0	1
absorción a la sangre	0	1	0	0	1	1	1	2
heces	1	1	1	1	1	1	3	3
TOTAL	2	2	2	1	3	9	7	12

En general en los dos niveles analizados se aprecia menos información sobre los aspectos funcionales que sobre los estructurales. Llama la atención que este descenso sea mayor en 3° que en 6°. Se puede apreciar que, a diferencia de lo sucedido en la información morfológica, en el libro de 6° la información escrita sobre fisiología es superior a la icónica.

3.1.2. Excreción.

TABLA 3

Aspectos estructurales

Concepto	ilustración		rótulo		texto		TOTAL	
	3°	6°	3°	6°	3°	6°	3°	6°
venas	1	1	0	1	0	0	1	2
arterias	1	1	0	1	0	0	1	2
glándulas suprarrenales	1	0	0	0	0	0	1	0
riñones	1	1	1	1	1	1	3	3
uréteres	1	1	0	1	0	1	1	3
vejiga	0	1	0	1	0	1	0	3
uretra	0	1	0	1	0	1	0	3
TOTAL	5	6	1	6	1	4	7	16

En la tabla 3 se puede observar que sólo en 3° hay mayor información icónica que verbal (de hecho sólo se menciona por escrito los riñones), mientras en 6° hay prácticamente la misma. Esta complejidad estructural en las ilustraciones aumenta al incluirse órganos que no pertenecen al aparato excretor, como son las glándulas suprarrenales. Todo ello nos hace pensar, por una parte, en una inadecuación entre imágenes y texto en el libro de 3°.

TABLA 4

Aspectos funcionales

Concepto	ilustración		rótulo		texto		TOTAL	
	3°	6°	3°	6°	3°	6°	3°	6°
sangre	0	0	0	0	1	1	1	1
filtrar	0	0	0	0	1	1	1	1
retener/recoger	0	0	0	0	1	1	1	1
disolver	0	0	0	0	0	1	0	1
expulsar	0	0	0	0	1	1	1	1
orina	0	0	0	0	1	1	1	1
TOTAL	0	0	0	0	5	6	5	6

La fisiología (tabla 4) queda limitada a la información del texto escrito, en los dos niveles. Se explican verbalmente procesos como la filtración, retención de sustancias y dilución sin ayuda de imágenes ni rótulos. Es importante señalar que el número de aspectos textuales es muy semejante en los dos niveles, lo que nos muestra una inadecuación al nivel de comprensión del alumnado.

3.2. Comparación de los contenidos de los libros de texto con las preconcepciones del alumnado y el paradigma actual

En las tablas siguientes se resumen las características de la información (verbal e icónica) presentada en los textos de los dos niveles (3° y 6°) referida a los conceptos globales sobre digestión, asimilación y excreción y se compara con las concepciones científicas vigentes y con las ideas intuitivas del alumnado.

El análisis de los datos resumidos en las tablas 5, 6 y 7 permite apreciar la existencia de un conjunto de concepciones reflejadas en las ilustraciones o el texto escrito que pueden ser clasificadas en tres grupos:

1. Un primer grupo lo constituyen aquellas concepciones erróneas que no guardan relación con las preconcepciones detectadas en el alumnado. Por ejemplo, en el libro de 3° se presenta el proceso de la digestión como productor de energía mediante su comparación con una estufa (ilustración 3°-1, véase anexo).

2. Un segundo tipo está formado por aquellas concepciones que poseen características semejantes a las preconcepciones espontáneas detectadas en el alumnado. Así nos encontramos con que se presenta la digestión como asociada únicamente al alimento sólido, concretamente en el libro de 3°. Aunque en la ilustración 6°-1 aparece una jarra de agua, en el estómago sólo aparecen los alimentos sólidos.

Otro ejemplo lo tenemos en el carácter mecánico del proceso digestivo presentado en el libro de 3°, si bien en 6° ya aparece información escrita que apunta a una transformación química. En lo referente a las ilustraciones, nos encontramos con la dificultad de representar visualmente la digestión como un cambio en la naturaleza de los alimentos. En la ilustración 3°-2 sólo aparece un cambio de tamaño de los alimentos desde el esófago hasta el intestino delgado, mientras en 6°, la ilustración pretende ser más completa representando los alimentos en el intestino delgado como pequeñas formas geométricas de colores, que es difícil no ver como los trozos de los alimentos que aparecen en el estómago de modo fragmentado pero reconocible. Esto parece, además, centrar el proceso digestivo en el estómago, lo que coincide con una de las preconcepciones más extendidas en el alumnado. En ambas ilustraciones, el tramo final del intestino delgado y casi todo el intestino grueso aparece vacío, siendo al final de éste cuando aparecen representadas las heces; esto impide la sensación de continuidad del proceso digestivo.

TABLA 5. DIGESTION

	<i>Ilustraciones</i>	<i>Texto escrito</i>	<i>Ideas del alumnado</i>	<i>Paradigma actual</i>
¿Qué? Sólidos y líquidos	- Sólo aparece una masa de alimento* - Sólidos y líquidos (éstos no aparecen ya en el estómago)	- Alimentos sólidos* - Alimentos	- Sólo sólidos, los líquidos no se digieren (trituración). - Diferente camino de sólidos (estómago-intestino) y líquidos (estómago-riñon-vejiga)	• Los líquidos también sufren digestión, excepto el agua.
¿Cómo? Digestión mecánico-química	- Alimento troceado - Alimento troceado de diferentes colores	- Trituración - Alimento sólido-bolo-masa líquida - Saliva, bilis, jugo pancreático ayudan	- Proceso mecánico, trituración, no químico - No se relaciona con un cambio en la naturaleza de los alimentos. - Ligado a propiedades perceptuales como el cambio de tamaño, de consistencia y de color.	- No es sólo triturar el alimento, debe hablarse de algún proceso que repercuta en la naturaleza del alimento, como mezcla con jugos o reacciones.
¿Dónde?	- No está claro - Estómago	- En todos los órganos digestivos. - En el estómago. En el i. delgado sólo absorción.	- El lugar exclusivo de la digestión es el estómago. - Los intestinos son lugares de paso.	- En todo el tubo digestivo. - Importante la digestión i. delgado, tanto en el duodeno (bilis, jugo pancreático) como en el resto (jugo entérico). - Actividad i. grueso escasa (pero de importancia patológica).
¿Para qué? Digestión-nutrición.	- Estufa - Relación con todos los demás aparatos de la nutrición. - Alimentos descompuestos en principios nutritivos.	- Proporciona energía. Los órganos de la digestión se encargan de quemar el alimento. - Trituración. - Transformación en sustancias sencillas y aprovechables.	- No relaciona la digestión con producción de energía, aunque dice que los alimentos sirven para crecer. - Separación de lo aprovechable y lo inútil. - Confusión asimilable aprovechable y necesario.	- Transformación del alimento en sustancias asimilables. - La digestión no tiene nada que ver con la producción directa de energía, que es un proceso celular. No hay que confundir alimento con nutriente, pero sí debe relacionarse de algún modo (respiración y metabolismo).
Las heces	- Mismo color que lo ingerido. No queda claro que las heces sean diferentes que el alimento. - Trozos de alimento, distinto color	- Alimentos sobrantes. - Alimento no aprovechable sin agua.	- Son los residuos de los alimentos sólidos. Formadas por alimento no aprovechable e inútil.	- Formadas por alimento no digerido y salvo, excepciones (glucosa), no asimilable.

*En negrita libro de 3º Primaria

TABLA 6. ASIMILACION

	<i>Ilustraciones</i>	<i>Texto escrito</i>	<i>Ideas del alumnado</i>	<i>Paradigma actual</i>
¿Qué se absorbe?	- Trozos de alimento* - Idem	- Proteínas, vitaminas y minerales pasan a la sangre* - Sustancias sencillas - Aprovechables - Agua	- Sólo lo útil	- Sólo productos digeridos, independientemente de su utilidad o beneficio.
¿Dónde?	- Parece apuntarse al i. delgado (?)* - En el i. delgado	- En el i. delgado	- En el estómago	- En todo el tubo digestivo, pero principalmente en el i. delgado.
¿Cómo?	- Paso físico de tubo a tubo, el i. delgado se divide en dos: uno al i. grueso y otro al corazón.	- No se cita	- Paso físico de tubo a tubo: el estómago se bifurca en dos tubos: i. delgado e i. grueso.	- Atravesando epitelio intestinal. No por orificios o bifurcación tubo.

* En negrita libro de 3ª Primaria

TABLA 7. EXCRECION

		<i>Texto escrito</i>	<i>Ideas del alumnado</i>	<i>Paradigma actual</i>
¿Cómo?		- La orina se forma al disolverse en agua las distintas sustancias perjudiciales retenidas por los riñones.	Directamente del líquido que se bebe, que llega por un tubo directamente al riñón, y éste expulsa lo que sobra.	- Filtración de la sangre (agua y plasma) y posterior modificación (reabsorción y secreción)
¿Para qué?		Elimina impurezas de la sangre que son filtradas en los riñones formando la orina* Purificar la sangre	- Elimina líquido sobrante	Elimina productos metabólicos y algunas sustancias útiles (agua, minerales, H+) ajustando su eliminación al ritmo con que se ingresan o se forman en el organismo.

* En negrita libro de 3ª Primaria

La absorción parece insinuarse en la ilustración 3°-2 mediante el dibujo de unos vasos sanguíneos entre el intestino delgado y el hígado, mientras en 6°-2, aparece un intento de visualizar la relación del aparato digestivo con el circulatorio y el respiratorio que presenta múltiples problemas. En primer lugar, aparecen con el mismo color el tubo digestivo, los vasos sanguíneos y los conductos respiratorios. Por tanto, la existencia de un tubo que conecta el intestino delgado con el corazón sólo puede producir confusión, ya que, además, se pretende traducir visualmente la absorción como un simple paso de un tubo a otro a través de un leve estrechamiento, lo que coincide con una de las preconcepciones del alumnado. En ningún caso, los rótulos verbales permiten aclarar la confusión ya que no identifican prácticamente ninguno de los elementos de la ilustración.

3. Un tercer grupo refleja la existencia de concepciones que, aunque correctas desde el punto de vista científico, pueden reforzar preconcepciones deficientes del alumnado a causa del modo inadecuado, ambiguo o confuso de presentar información. Por ejemplo, las ilustraciones del aparato digestivo presentan dificultades para observar una continuidad visual de todo el tubo digestivo, lo que puede favorecer en el alumnado la idea espontánea de la existencia de dos vías o recorridos distintos del alimento (sólidos- líquidos). En efecto, la continuidad visual de todo el tubo digestivo se pierde en 3°-1 y, en menor medida en 6°-1. Concretamente en la ilustración 3°-1, la superposición del hígado impide mostrar las uniones esófago-estómago-duodeno, y la parte transversal del intestino grueso oculta la unión del estómago con el intestino delgado (lo que también sucede en 6°-1) y la continuidad entre distintos segmentos de intestino grueso. Pero, además de la superposición, el contorno cerrado del intestino grueso impide la unión entre éste y el intestino delgado en ambas ilustraciones (aunque hay una mayor confusión en 3°-1).

En resumen, encontramos que algunas informaciones del libro analizado, tanto verbales como icónicas, pueden producir errores (instruccionales) en el alumnado, otras que, al ser semejantes a las ideas intuitivas del alumnado, pueden contribuir a afianzarlas, en lugar de provocar una reflexión sobre las mismas. Y por último, informaciones que por falta de claridad permiten una interpretación libre de hechos y procesos sobre los que el alumnado tiene unas ideas intuitivas erróneas.

Por último, cabe añadir que algunas características en el diseño de las ilustraciones pueden provocar errores de interpretación en el alumnado, si bien no se encuentran relacionadas con las preconcepciones de éste. Por ejemplo, la no contextualización de los órganos aparece de modo claro en la representación del aparato excretor (3°-3 y 6°-3): no se señala su situación en el cuerpo ni su relación espacial con otros órganos. En 3°-3 el corte es tan arbitrario que excluye la vejiga, apareciendo, no obstante, las glándulas suprarrenales, que no pertenecen al aparato excretor. Por otra parte, cuando se contextualiza mediante una silueta del cuerpo (3°-1 y 6°-1) ésta aparece con un ligero sombreado provocando una cierta ambigüedad en la presentación del interior/exterior, ya que parece que los órganos se sitúan "delante" del cuerpo y no en su interior.

4. CONCLUSIONES

Pensamos que este breve estudio ha servido para contestar provisionalmente algunas de las preguntas formuladas:

1. Salvo en un caso, el texto explicativo no hace en ningún momento referencia explícita a las ilustraciones que presentan lo que se está explicando. Las únicas relaciones existentes se limitan a la contigüidad en la página.

2. El análisis de la información verbal e icónica permite hacer las siguientes observaciones:

- Existe un claro desequilibrio entre la información icónica y la escrita a favor de la primera, en lo que se refiere a los aspectos morfológicos de la digestión.

- Desequilibrio entre conceptos estructurales y funcionales en favor de los primeros.

- Podemos afirmar que la información fisiológica es preferentemente escrita y la morfológica, icónica, lo que sugiere el dominio de aspectos topológicos sobre los funcionales en las imágenes. Esto puede deberse a una mayor dificultad de representar los procesos fisiológicos en imágenes, y a la existencia de una tradición del uso de imágenes anatómico-morfológicas independientemente del nivel en el que se apliquen. En ningún momento se utilizan recursos, como la secuencia de imágenes, para la presentación icónica de procesos fisiológicos.

3. La comparación entre las preconcepciones del alumnado y los contenidos presentados en los libros de texto muestra aspectos que poseen un gran interés, ya que encontramos que algunas informaciones del libro analizado, tanto verbales como icónicas, pueden producir errores (instruccionales) en el alumnado, otras que, al ser semejantes a las ideas intuitivas del alumnado, pueden contribuir a afianzarlas, en lugar de provocar una reflexión sobre las mismas. Y por último, informaciones que por falta de claridad permiten una interpretación libre de hechos y procesos sobre los que el alumnado tiene unas ideas intuitivas erróneas.

4. A pesar de que los conceptos morfológicos son de más fácil resolución visual no se presta suficiente atención a aspectos básicos como la contextualización y la continuidad visual, pudiendo dar lugar a confusiones e interpretaciones conceptualmente erróneas. Si esto ocurre con los aspectos estructurales, los funcionales, de más difícil resolución visual, presentan graves problemas de interpretación que no quedan resueltos por la explicación escrita.

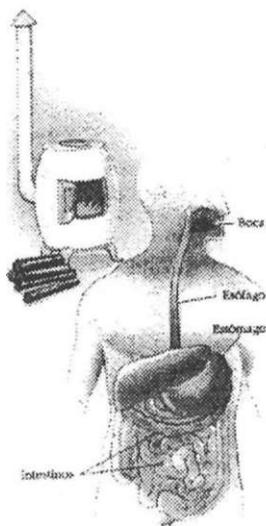
5. Las diferencias entre 3° y 6° en la información presentada revela la escasa relación entre texto e imagen, ya que, por una parte nos encontramos con que en 6° hay un mayor número de conceptos pero la información icónica es semejante.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

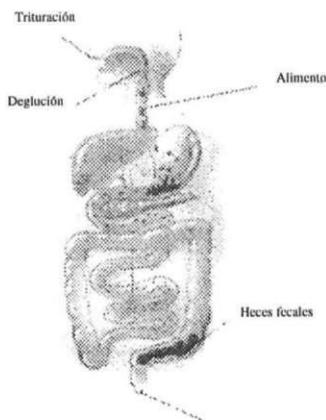
PÉREZ DE EULATE, L. (1992): *Utilización de los conceptos previos de los alumnos en la enseñanza-aprendizaje de conocimientos en Biología. La nutrición humana: una propuesta de cambio conceptual.* (Tesis Doctoral). Universidad del País Vasco.

PÉREZ DE EULATE, L.; LLORENTE, E. y ANDRIEU, A. (1995): "Un ensayo de análisis de las imágenes de conceptos biológicos en libros de texto de Primaria". Comunicación presentada al IV Congreso Internacional de Pedagogía de la Imagen. La Coruña.

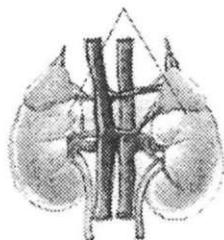
Nota: Este trabajo forma parte de una investigación subvencionada por la Universidad del País Vasco.



3º-1



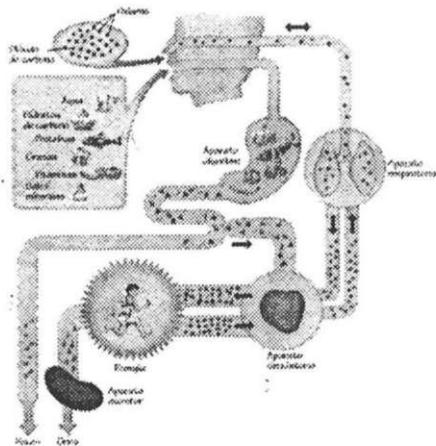
3º-2



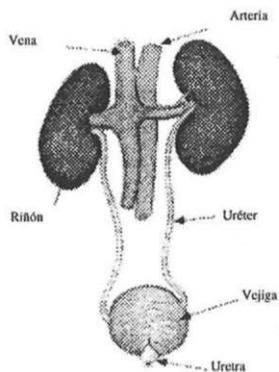
3º-3

1. **Boca**
Con los **dientes** masticamos los alimentos y la **lengua** nos ayuda a mezclarlos con la **saliva**. Así se forma el **bolo alimenticio**.
2. **Esófago**
Conduce el **bolo alimenticio**.
3. **Estómago**
Convierte el **bolo alimenticio** en una **masa casi líquida**.
- Hígado**
Por él no pasan los alimentos. **Fabrica la bilis**, imprescindible para la **digestión**.
- Páncreas**
Elabora el **jugo pancreático**, que se vierte al **intestino** para ayudar allí a la **digestión**.
4. **Intestino delgado**
Tubo de **siete metros** a lo largo del cual se **absorben** las sustancias sencillas que **pasan a la sangre**.
5. **Intestino grueso**
Tubo de **dos metros** al que llega parte de **alimento** no aprovechable. Allí **pierde agua** y se forman las **heces**.
6. **Ano**

6º-1



6º-2



6º-3

Las ilustraciones aquí reproducidas no se ajustan a la escala del libro de procedencia.