

LAS IMÁGENES DE DIGESTIÓN Y EXCRECIÓN EN LOS TEXTOS DE PRIMARIA*

PÉREZ DE EULATE, LOURDES, LLORENTE, ENRIQUE y ANDRIEU, AMAYA
Escuela Universitaria de Formación del Profesorado de Álava. Juan Ibáñez de Santo Domingo, 1.
01006 Vitoria-Gasteiz.

SUMMARY

In this study we compare seven textbooks of Natural Science in four levels of elementary school. We make an analysis of digestion and excretion illustrations (pictures and labels). There is evidence that pictures have problems which can bias the understanding of those topics. Some implications for using pictures in school science have also been shown.

INTRODUCCIÓN

Uno de los rasgos más destacados en los libros de texto de educación primaria es la gran cantidad de imágenes en color presentes en casi todas sus páginas, pero esta abundancia se contradice con la escasa atención que se les dedica en el aula. En general, se atribuye a las imágenes vagas funciones motivadoras y, cuando se usan para presentar contenidos, se sigue considerando el texto escrito como el principal vehículo de transmisión conceptual, mientras la imagen se valora como un mero acompañante.

Sin embargo, las imágenes son imprescindibles para transmitir información sobre una realidad cuya apariencia visual puede resultar inaccesible o confusa para el profano si la observa directamente. Cuando queremos comprender una realidad desconocida y visualmente «densa», debemos discriminar partes de la información e identificar la que es relevante. Todo ello exige poner en juego determinadas destrezas de observación. Si no se poseen dichas destrezas, las imágenes pueden llegar a

sustituir visualmente, mediante el uso de ciertas estrategias gráficas, la clase de destreza mental necesaria para aprender un determinado contenido y que el sujeto debería poseer y ser capaz de aplicar a una tarea dada (Salomon, 1979). Por su parte, la imagen exige a su vez una correcta interpretación, influida por sus propias características visuales, para la cual también se requieren determinadas destrezas. No debemos olvidar que, cuando los estudiantes se enfrentan a la información suministrada por las ilustraciones del libro de texto, lo hacen desde su propia experiencia.

A nuestro entender, es necesario que el profesorado tome conciencia del papel de las imágenes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ello, con esta investigación se pretende proporcionar al profesorado información sobre algunos de los problemas de las imágenes de digestión y excreción y contribuir a la comprensión del papel de las imágenes en la enseñanza-aprendizaje de estos conceptos biológicos en primaria.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Algunas investigaciones anteriores

Los antecedentes que hemos podido hallar sobre investigaciones de las imágenes en ciencias experimentales tratan temas como: las destrezas espaciales necesarias para la comprensión de rotaciones sobre los tres ejes cartesianos (Seddon y Moore, 1986), el efecto de diferentes grados de integración de imágenes y texto escrito en la comprensión de textos científicos que explican relaciones causales (Mayer et al., 1995), las relaciones entre imágenes y actividades en el aprendizaje escolar de las ciencias (Barlex y Carré, 1985; Mottet, 1996), los problemas sobre la visualización de imágenes tridimensionales en química (Tuckey y Mailoo, 1993) y la relación entre las imágenes de los libros de texto y las ideas del alumnado sobre los átomos (García Rodríguez, 1990).

Dentro de la relativa escasez de aportaciones en torno al uso de imágenes en la enseñanza-aprendizaje de la biología, podemos citar: la revisión de Reid (1990a y 1990b) y los estudios sobre comprensión de los dibujos en sección (Constable, Campbell y Brown, 1988; Macnab y Johnstone, 1990), los problemas involucrados en la comprensión de imágenes tridimensionales (Russell-Gebbet, 1985), las habilidades de abstracción de información relevante de imágenes sobre un fondo denso (Macnab, et al., 1991), los problemas ligados a las destrezas de observación e interpretación de imágenes en microscopía óptica (Díaz de Bustamante y Jiménez Aleixandre, 1996), la interacción entre ilustraciones y diferentes capacidades de aprendizaje científico en el alumnado (Reid y Beveridge, 1986 y 1990), la utilización de esquemas gráficos en la enseñanza-aprendizaje de la fecundación (Gouanelle y Schneeberger, 1996), la eficacia de las imágenes en la divulgación de las teorías inmunológicas (Jacobi, 1990) y las diversas investigaciones que, de alguna forma, relacionan las imágenes con determinados errores conceptuales (Cho, 1985; Rumelhard, 1986; Roncin, 1987; Blyston, 1987b; Sauvageot-Skibine, 1991; Clément, 1991; Odom, 1993).

Como muestran muchas de estas investigaciones, el estudio de los problemas en el aprendizaje a partir de imágenes debe abordarse desde un complejo modelo multidimensional e interactivo entre las imágenes, el texto escrito, el alumnado, las tareas y el contexto en el que se realicen. De todas las dimensiones presentes en dicho modelo, en nuestro trabajo hemos destacado aquellas que se refieren, por una parte, a las variables del estímulo: algunas cualidades de la imagen y el texto escrito y sus interrelaciones; por otra, a las variables personales, entre las que destacamos las concepciones del alumnado sobre los temas objeto de estudio.

Los conceptos de *digestión* y *excreción*

Delimitamos los conceptos de *digestión* y *excreción* a los conocimientos de la anatomía macroscópica y de la fisiología humana de estos aparatos. Aunque la diges-

tión en sentido estricto es la transformación de los alimentos en sustancias asimilables, también incluimos el concepto de *asimilación* o *absorción*, es decir, el paso de sustancias asimilables a través de la pared intestinal. Por otra parte, a pesar de que la eliminación de desechos metabólicos requiere más vías de excreción que el aparato excretor renal (también denominado *aparato urinario*), entendemos que este aparato es el más importante en la función excretora, por lo que nos referiremos tanto a su estructura como al proceso de formación de orina.

Características de las imágenes

Las imágenes de los libros de texto poseen distintas características y pueden transmitir diferentes tipos de información y realizar diversas funciones. En nuestro caso, nos centraremos en las imágenes que consideramos que cumplen funciones cognitivas (Levie y Lentz, 1982; Reid, 1990a), es decir, aquellas imágenes que pretenden facilitar el aprendizaje de datos y conceptos mejorando la retención y la comprensión de los mismos.

En esta investigación hemos tenido en cuenta las siguientes características:

- El grado de iconicidad (Moles, 1972), es decir, el grado de semejanza visual entre la imagen y el objeto que representa.
- La ubicación espacial de los objetos identificada a partir de las tres dimensiones. Cuando se superponen varios objetos, surgen problemas para discriminarlos (Arnheim, 1979).
- La orientación de las formas en el espacio cobra importancia cuando miramos la imagen de un objeto poco conocido que estamos acostumbrados a ver con una determinada orientación.
- El color puede emplearse para representar el objeto de modo más o menos realista (aspecto vinculado, por tanto, al grado de iconicidad), para discriminar las distintas partes de una imagen o para subrayar visualmente la información relevante con objeto de captar y dirigir la atención del alumnado.
- Los detalles ampliados permiten mostrar simultáneamente el detalle de una parte del objeto considerada importante y el contexto en el que se encuentra dicha parte.
- Las secciones gráficas nos permiten observar de modo simultáneo el interior y el exterior del objeto representado, aportando así información que de otro modo quedaría oculta.
- La secuencia de imágenes sirve para ordenar de forma sucesiva la información visual sobre procesos.
- Los grafismos son útiles para mostrar informaciones que no pueden presentarse directamente mediante imágenes. Es el caso de las flechas usadas para indicar la

conocimiento escolar tendría que actuar sobre y con las imágenes.

PROBLEMAS Y METODOLOGÍA

Problemas de la investigación

En el presente trabajo se plantean los siguientes problemas:

- 1) ¿Qué características tienen las imágenes de algunos libros de texto de primaria en el apartado dedicado a la estructuración de los conceptos de *digestión* y *excreción*?
- 2) ¿Qué relación existe entre las imágenes y el texto escrito respecto a los conceptos científicos?
- 3) ¿Qué problemas científicos se detectan en las imágenes usadas para presentar los conceptos de *digestión* y *excreción*?

Muestra

Una vez identificadas las 6 editoriales (4 en castellano y 2 en vasco) de más amplia difusión en centros educativos de Vitoria, se examinaron todos los libros de texto y se comprobó que el estudio de los aparatos digestivo y excretor se introduce por primera vez en 3º de educación primaria y, por última, en 6º, aunque la mayoría de las editoriales lo trata en 4º y 5º. El análisis se ha realizado con 8 libros de texto.

En los nuevos libros de texto de primaria basados en la reforma, el enfoque constructivista se puede reconocer en que la unidad didáctica se presenta como una secuencia compuesta por distintas fases: inicio, estructuración y revisión. Dado que la mayor parte del contenido informativo está en la zona de estructuración, hemos

analizado 44 de las 82 imágenes presentes en las 30 páginas de dicha zona (Tabla I), así como el texto escrito explicativo y los rótulos relacionados con dichas imágenes. En las mismas páginas aparecen también 38 imágenes que no hemos estudiado en el presente trabajo: de ellas, 15 se refieren a conceptos como *dentadura*, *piel*, etc.; las 23 imágenes restantes son de tipo contextual y motivador.

Método

Hemos elaborado los siguientes instrumentos de análisis:

– Para recoger datos sobre las imágenes se elaboró una tabla descriptiva en la que se contemplan los siguientes aspectos: técnica de producción, grado de iconicidad, ubicación espacial, orientación, color, detalles amplificados, secciones, secuencia de imágenes y grafismos.

– Para el análisis de las relaciones entre imagen y texto se han seguido los siguientes pasos:

a) Registrar el vocabulario científico del texto escrito y los rótulos (los sustantivos y verbos) o sus representaciones en las imágenes (objetos y acciones).

b) Clasificar la información en tres tipos: imágenes, rótulos y texto escrito explicativo.

c) Agrupar la información en dos áreas: anatomía y fisiología.

– Para analizar las imágenes como posible fuente de errores hemos diferenciado tres categorías de problemas dependiendo de que en las imágenes aparezcan:

- a) errores anatómicos y fisiológicos;
- b) ausencia de información relevante;
- c) ambigüedades y deficiencias gráficas.

Tabla I
Las imágenes analizadas.

	Edel. 3º	Sant. 4º	SM 4º	Anaya 4º	Elkar 5º	Erein 5º	Anaya 5º	SM 6º	TOTAL
Anatomía de la digestión	1	2	1	2	5	1	6	1	19
Fisiología de la digestión	2	0	0	3	2	0	3	1	11
Total del aparato digestivo	2	2	1	5	7	1	9	2	30
– Anatomía de la excreción	1	0	0	2	2	2	5	1	13
– Fisiología de la excreción	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total del aparato excretor	1	0	0	2	2	2	5	1	14
Total de imágenes	3	2	1	7	9	3	14	3	44

Todos estos protocolos fueron aplicados separadamente por los miembros del equipo investigador y posteriormente se contrastaron los análisis realizados y se sintetizaron los resultados obtenidos.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Características de las imágenes

– Cabe señalar la presencia de un alto grado de iconicidad (Fig. 1); es decir, frente a representaciones más esquemáticas (Fig. 5) se ha optado por un mayor nivel de realismo, centrado sobre todo en el aspecto exterior de los órganos, en lugar de intentar mostrar otros rasgos anatómicos y fisiológicos (conexiones entre órganos, procesos, etc.) más relevantes (Tabla II).

– La mayoría de los problemas de ubicación de órganos se presentan respecto al plano anteroposterior, donde se da una mayor ambigüedad debido a la dificultad de identificar las relaciones de profundidad entre los distintos órganos o entre sus partes. Por ejemplo, no se perciben los cambios de plano que experimenta el colon al

cambiar de dirección y, en muchos casos, parece que el tramo final del colon descendente se sitúa en el mismo plano o delante del intestino delgado (Figs. 1 y 4). A veces también es difícil identificar un aparato cuando se sitúa sobre una silueta que presenta detalles innecesarios o bien algún órgano que se encuentra «delante» de otro y del que no se distingue con suficiente claridad. La mayoría de las imágenes presenta un punto de vista frontal, lo que dificulta la identificación de órganos parcialmente solapados.

– El empleo de colores poco contrastados en la mayoría de los casos dificulta la percepción diferenciada de los órganos, ya que genera una excesiva continuidad entre ellos. Aunque el contraste de colores constituye un recurso gráfico eficaz para diferenciar partes significativas de una imagen, prácticamente no se utiliza. Tampoco se emplea para dirigir la atención hacia las partes más relevantes.

– Dos recursos básicos como los detalles ampliados y las secciones sólo aparecen en una y dos editoriales respectivamente. El empleo simultáneo de ambos recursos en la misma imagen puede incrementar la dificultad de interpretar correctamente los dibujos en sección (Constable et al., 1988). Además, en dos ocasiones nos

Tabla II
Características de las imágenes.

Grado de iconicidad	<ul style="list-style-type: none"> – Todos son dibujos sombreados con líneas de contorno para definir las formas excepto: <ul style="list-style-type: none"> – cuatro fotografías – un dibujo con colores planos – un dibujo esquemático
Ubicación espacial	<ul style="list-style-type: none"> – Contexto de una silueta parcial de cabeza y tronco – Ambigüedades respecto al plano anteroposterior
Orientación espacial	<ul style="list-style-type: none"> – Tres incorrecciones: una inversión de izquierda a derecha del estómago y dos detalles ampliados con distinta orientación que el fragmento de imagen que amplía.
Color	<ul style="list-style-type: none"> – Todas las imágenes son en color – Colores semejantes a los del objeto representado – En un caso se usa para diferenciar órganos
Detalles ampliados	<ul style="list-style-type: none"> – El 19 % del total de imágenes – Utilización en una editorial
Secciones	<ul style="list-style-type: none"> – En el 87 % de las imágenes de órganos aislados – Usadas por dos editoriales – En algunas ocasiones se combinan con detalles ampliados en la misma imagen
Secuencia de imágenes	<ul style="list-style-type: none"> – En dos ocasiones
Grafismos	<ul style="list-style-type: none"> – Flechas: en el 50 % de las imágenes de fisiología de la digestión – Líneas cinéticas: un caso que sugiere los movimientos peristálticos

1993; Pérez de Eulate, 1992 y 1995; Núñez y Banet, 1996; Yus Ramos, 1996). Entre las ausencias más significativas, podemos citar las siguientes:

- Ausencia de líquidos en el aparato digestivo: en algunas imágenes, el aparato digestivo se representa sólo con alimentos sólidos (Fig. 4).
- Ausencia de alimentos a lo largo de todo el conducto digestivo: la presencia de alimentos exclusivamente en el estómago muestra, implícitamente, la ausencia de digestión en otros lugares (Fig. 2, 4 y 5).
- Ausencia de vasos sanguíneos. Si nunca se muestra visualmente la relación entre los aparatos digestivo y circulatorio es difícil construir el concepto de *nutrición* (Figs. 2, 3 y 4).
- Ausencia de relación entre el aparato digestivo y el excretor a través del circulatorio (Fig. 6).
- Ausencia de hígado y páncreas, ya indicada por otros autores (Banet y Núñez, 1988). A pesar de que en nuestro estudio se da en muy pocos casos (Tabla III y figs. 5 y 6), nos parece injustificada, al haberse detectado en 5° y 6°, cursos en los que se introducen conceptos fisiológicos.

Ambigüedades y deficiencias gráficas

- En ciertas imágenes, científicamente correctas, se detectan problemas graves de ambigüedad gráfica, debido a los cuales las explicaciones de los conceptos quedan confusas. Por ejemplo:
 - Dificultades para mantener una continuidad visual de todo el aparato digestivo debidas a la superposición de formas, los contornos cerrados o los cambios en la orientación espacial (Figs. 1 y 3). Estas deficiencias gráficas provocan ambigüedades en las que caben interpretaciones distintas a las científicas, como las denominadas *tubo continuo* y *doble vía*.
 - Dificultad para discriminar visualmente unos órganos de otros debido a la superposición de formas y al uso de colores poco contrastados. Esto no aclara las conexiones entre órganos o aparatos, tan necesarias para cambiar la idea de la *doble vía*.
 - Los cambios arbitrarios en la orientación de los detalles ampliados respecto a la imagen principal (Fig. 1) dificultan una correcta interpretación de las imágenes por parte del alumnado.

IMPLICACIONES DIDÁCTICAS Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Algunas implicaciones didácticas

Contemplar las imágenes como recurso de aprendizaje exige prestar atención a sus problemas y adecuarlas para que sean utilizadas en las actividades de enseñanza-

aprendizaje en el aula. A partir de los problemas detectados en este estudio, vamos a apuntar algunas consideraciones que ayuden al profesorado en la selección y adecuación de las imágenes.

- Conviene desechar la idea de que las imágenes más realistas son mejores para el aprendizaje. En muchas ocasiones, la mera reproducción de las apariencias visuales del original (Figs. 3 y 4) no es suficiente para que una imagen sea adecuada a su propósito educativo, ya que va a incluir de modo inevitable información irrelevante y ambigua. El aprendizaje significa comprender las propiedades relevantes de una situación, como la ubicación espacial de los órganos y las conexiones entre ellos; para este fin, las imágenes menos realistas son, a menudo, las mejores. Por ejemplo, la figura 6 muestra una buena selección de información del aparato digestivo que resuelve el conflicto gráfico entre diferenciación y continuidad visual detectado en las figuras 3 y 4.
- Cuando el punto de vista frontal no proporciona la información requerida, por ejemplo, la posición del recto por detrás de la vejiga, se hace necesario el uso de otras imágenes, incluidos los modelos anatómicos que proporcionen otros puntos de vista.
- En imágenes que contienen ciertos recursos gráficos como las secciones, debemos ser conscientes de que el alumnado se encuentra con dificultades de comprensión como las detectadas por Constable y otros (1988), que exigirán, en muchos casos, tareas específicas para superarlas.
- Respecto a los detalles ampliados, hay que observar si la parte que está siendo ampliada se identifica y se rotula claramente, lo que sucede en la figura 4 pero no en la figura 1, donde se cambia la orientación del fragmento ampliado en dos ocasiones.
- La dificultad para presentar procesos fisiológicos mediante imágenes fijas hace necesario el empleo de secuencias de imágenes, líneas cinéticas, flechas, que pueden ser añadidos por el profesorado a las imágenes de uso habitual. En la figura 2, a pesar de sus defectos, pueden observarse estos recursos.
- Cuando los libros de texto que usemos muestren muy poca interacción entre imágenes y texto escrito, podemos incrementarla por medio de preguntas o de indicaciones verbales específicamente dirigidas a las imágenes. Además, podemos realizar actividades que permitan una doble lectura del libro: la del texto escrito y la de las ilustraciones. Así, se aprovecharía la potencialidad de éstas para transmitir contenidos y se detectarían las carencias que presentan y que la explicación verbal no puede corregir.
- El profesorado ha de valorar la importancia de los rótulos en la transmisión y memorización de datos. Los rótulos deben subrayar los conceptos más relevantes, focalizar la lectura tanto de la imagen como del texto y completar la información suministrada por la imagen. Una posible actividad consiste en transformar un texto

con su imagen correspondiente en otro con mayor grado de integración entre imagen y explicación verbal, como la figura 7, por ejemplo.

– Las tareas prácticas de realización de dibujos no deben en ningún caso consistir en la mera copia de las ilustraciones por el alumnado, ya que, por una parte, la traducción gráfica es muy difícil a ciertas edades y, por otra, se pueden consolidar los errores existentes en las propias ilustraciones. En muchos casos, es una tarea inútil, cuando no contraproducente. En lugar de la copia, el dibujo debe ser producto de una reflexión previa en el aula de la que se extraigan criterios que orienten su realización. La importancia de estas tareas puede incrementarse si se exigen también en las evaluaciones (Jorba y Sanmartí, 1997).

Perspectivas de investigación

Esta investigación destaca la importancia de las imágenes de los libros de texto en la enseñanza de la biología, contribuye a clarificar la relación que existe entre las variables estudiadas (imágenes, rótulos y texto escrito) y aporta datos que impulsan a investigar, de modo específico, las relaciones de las imágenes de los libros de texto con las concepciones del alumnado.

Quedan múltiples cuestiones surgidas durante la investigación que exigen nuevos estudios. En este sentido, es necesario profundizar en las funciones cognitivas desempeñadas por las imágenes, completar el estudio de las relaciones texto-imagen con otro tipo de métodos menos cuantitativos, ampliarlo a otras imágenes (por ejemplo, las usadas en las zonas de iniciación de ideas y de evaluación o repaso), contextos, medios, etc. Por último, cabe subrayar el interés por indagar y experimentar el uso de imágenes en actividades de enseñanza-aprendizaje de ciencias de la naturaleza.

LIBROS ANALIZADOS

- Conocimiento del Medio 3 Primaria*. Edelvives, 1993.
- Conocimiento del Medio 4 Primaria*. SM, 1993.
- Conocimiento del Medio. Tu Cuerpo 4 Primaria*. Santillana, 1993.
- Conocimiento del Medio 4 Primaria*. Anaya, 1993.
- Conocimiento del Medio 5 Primaria*. Anaya, 1994.
- Ingurunea 5*. Erein, 1993.
- Ingurunea 5*. Elkar, 1994.
- Conocimiento del Medio 6*. SM, 1995.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNHEIM, R. (1979). *Arte y percepción visual*. Madrid: Alianza.
- ALCOBA, A., BASTIDA, M.F., RAMOS, F., SÁNCHEZ, M.J. y SOTO, J. (1993). Estudio lexicométrico para la enseñanza de la biología y escala lexicométrica para la enseñanza de la Biología, II: adjetivos y verbos, en Palacios, C., Ansoleaga, D. y Ajo, A., *Diez años de investigación e innovación en enseñanza de las ciencias: investigaciones financiadas por el CIDE, en el decenio 1983-93*. Madrid: MEC.
- BANET, E. y NÚÑEZ, F. (1988). Ideas de los alumnos sobre la digestión: aspectos anatómicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), pp. 30-37.
- BARLEX, D. y CARRÉ, C. (1985). *Visual Communication in Science. Learning through sharing images*. Cambridge: Cambridge University Press.
- BLYSTON, R. (1987). College introductory Biology Textbooks. *The American Biology Teacher*, 40 (7), pp. 418-425.
- CLÉMENT, P. (1991). Sur la persistance d'une conception: la tuyauterie continue digestion-excrétion. *Aster*, 13, pp. 133-157.
- CONSTABLE, H., CAMPBELL, B. y BROWN, R. (1988). Sectional drawings from science textbooks: An experimental investigation into pupils' understanding. *British Journal of Educational Psychology*, 58, pp. 89-102.