

Análisis del abordaje de la respiración celular en textos escolares para el Ciclo Básico Unificado

Gabriela Ferreiro y Maricel Ocelli

Cátedra de Taller. Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. E-mails: gabiferreiro@yahoo.com.ar ; maricel@argentina.com

Resumen: Los libros de texto son un recurso didáctico ampliamente utilizado para la enseñanza de las ciencias. Dada su importante influencia como vía de acceso a los contenidos científicos, resulta imperioso analizar el modo en que éstos son abordados, para facilitar una correcta elección y utilización. El estudio de la respiración celular resulta substancial para la comprensión de los procesos metabólicos y requiere el conocimiento de numerosos conceptos bio-físico-químicos, lo que hace indudablemente complejo su aprendizaje significativo. El objetivo de este trabajo fue analizar el abordaje de la respiración celular en libros de texto para el Ciclo Básico Unificado (CBU) de 4 editoriales. Se encontró una supremacía de contenidos desarrollados de manera declarativa. Las actividades planteadas fueron escasas, orientadas a la repetición de conceptos y a la aplicación de la teoría. Asimismo, muchos conceptos que resultan fundamentales para la comprensión de la respiración celular, no fueron abordados por la mayoría de las editoriales.

Palabras clave: Libros de texto; respiración celular; metabolismo

Title: Analysis of the cellular respiration approach in textbooks for the Basic Unified Cycle

Abstract: Textbooks are a widely used didactic resource for Sciences Education. Given its important influence as an access road to scientific contents, it is urgent to analyze the different approaches of textbooks, to facilitate their correct election and use. The study of cellular respiration is substantial to understand metabolic processes, and requires knowledges of many bio-physical-chemistrie concepts, which makes certainly complex its significant learning. The objective of this work was to analyze different cellular respiration approaches made by 4 publishing Unified Basic Cicle (CBU) text books. As a result, we found supremacy of contents developed declarative way. There were little activities proposed and mostly orientated to the repetition of concepts and the application of the theory. Also, many concepts considered fundamental for the understanding of cellular respiration, were not boarded by most of editorials.

Keywords: Textbooks, cellular respiration, metabolism.

Introducción

La utilización de los libros de texto es a todas luces, una de las principales vías de transmisión de la ciencia escolar (Jiménez y Perales, 2001). Hoy por hoy está muy reconocida la influencia de éstos en el trabajo del aula, constituyéndose como un referente del saber científico (Jiménez y Perales, 2002). Sin embargo, son elaborados por empresas editoriales y están sujetos a mecanismos comerciales (Del Carmen y Jiménez, 1997). La adopción de un determinado libro de texto por parte de los docentes para las materias científicas, representa una decisión con repercusiones significativas en el aprendizaje de los alumnos, máxime si los profesores no hacen un uso crítico del material curricular (Jiménez y Perales, 2001). Por ello, el análisis de la estructura y contenido de los textos constituye el primer paso necesario la selección de libros adecuados que promuevan el aprendizaje (Izquierdo y Rivera, 1997).

Según lo expresan Del Carmen y Jiménez (1997), un texto escolar puede cumplir diferentes funciones: presentar una recopilación de información textual e icónica (imágenes, dibujos, fotografías); contener una propuesta didáctica concreta para ser puesta en práctica, o constituir un recurso didáctico que proporciona ayuda al profesorado en la toma de decisiones. Situar al libro de texto como recurso, supone entenderlo no como director del proceso de enseñanza y aprendizaje imponiendo una forma determinada de trabajar, sino como mediador del mismo.

Uno de los desafíos en la enseñanza de las ciencias es lograr establecer puentes entre el conocimiento tal como lo expresan los científicos a través de los textos, y el conocimiento que pueden construir los alumnos (Sánchez y Escudero, 2002). Los libros de texto son intermediarios de las prescripciones curriculares, y también constructores de sus significados, respondiendo a diferentes lógicas y supuestos. Se entrecruzan las definiciones de la política oficial en materia educativa, los requerimientos específicos de la institución escolar, la dinámica del mercado editorial y las intencionalidades de los autores en un mensaje que se dirige a unos destinatarios y es una materialización de la "ciencia que debe ser enseñada" (Jiménez et al., 1997 y Ruina y Berzal, 2001).

En muchas ocasiones se enseña desde la creencia -implícita o explícita- de que todo cuanto se propone en el libro de texto es correcto y adecuado, tanto desde el punto de vista didáctico como científico (Jiménez, 1997). A su vez, muchos docentes re-direccionan su planificación didáctica para que concuerde con las propuestas presentadas en los libros de texto disponibles en las instituciones o en el mercado (Kulm et al., 1999). Sin embargo, los libros de texto constituyen sólo un recurso, que debe complementarse con otros, y emplearse de manera reflexiva y crítica. El conocimiento de las ventajas e inconvenientes facilita un uso flexible del texto seleccionado, modificando algunas de sus propuestas, combinando las tareas indicadas con otras actividades bien diseñadas por cada docente o bien tomadas por otros materiales o proyectos. Asimismo, la capacitación del profesorado para juzgar y seleccionar los textos puede llegar a influir sobre las decisiones editoriales

animándolas a realizar propuestas más innovadoras (Del Carmen y Jiménez, 1997).

Análisis de la estructura y contenidos de los libros de texto

Se han realizado numerosos estudios dentro de la línea de investigación de los libros de texto, en los cuales se analizaron diferentes aspectos referidos a la estructura y contenidos (García, 1997; Pérez et al., 1997; Sánchez y Escudero, 2002; y Alcor et al., 2004). Muchos trabajos plantean la necesidad de poner a punto instrumentos de análisis que permitan a los docentes valorar objetivamente los materiales curriculares que se encuentran a su disposición.

En el análisis de la estructura de los libros de texto, un aspecto destacable es la creciente complejidad de los textos escolares, los cuales frecuentemente no presentan de manera ordenada la información y poseen pocas relaciones entre los textos y las ilustraciones; reafirmando la necesidad de una supervisión responsable del profesorado (Jiménez y Perales, 2001). Por otro lado, los contenidos procedimentales abordados en general ponen énfasis sólo en la adquisición y análisis de la información, procedimientos necesarios, pero no suficientes para el desarrollo del razonamiento científico requerido para "hacer ciencia" en el aula (Ruina y Berzal, 2001).

Otro aspecto importante a tener en cuenta en el análisis de los libros de texto, es la inclusión de la historia de la ciencia, ya que aporta elementos que permiten la contextualización histórico-social de los modelos y teorías, al mismo tiempo que presentan al conocimiento científico como un producto perfectible y provisorio, favoreciendo el desarrollo de una actitud crítica y creativa en los estudiantes (Pastorino, 1998). Si bien la construcción histórica del saber científico es un proceso muy diferenciado del que se desarrolla cuando un escolar se aproxima a ese conocimiento, es indudable la relevancia de la historia de la ciencia como fuente de sugerencias sobre posibles pasos, obstáculos y problemas que puedan plantearse en su aprendizaje.

La respiración celular: dificultades conceptuales

Un tema que resulta muy importante en los libros de Biología y Ciencias Naturales es materia y energía. En el caso particular del abordaje del proceso de fotosíntesis que realizan los libros de texto, se observa que los contenidos conceptuales resultan predominantes en términos declarativos, insistiendo más en el nivel pluricelular que en el ecosistémico y las actividades planteadas resultan en su mayoría de aplicación de la teoría (González et al., 2003).

Sin embargo, en la temática de materia y energía no se han encontrado trabajos en los cuales se investigue acerca del abordaje de la respiración celular en los textos escolares. En relación a este tema, se han registrado varios trabajos orientados a favorecer la enseñanza y el aprendizaje a través de la detección de las ideas alternativas, la intervención didáctica específicamente planificada a partir de los esquemas conceptuales de los

alumnos y la presentación de la evolución histórica de la respiración celular (Banet y Núñez, 1990; Domingos et al., 2004 y Tamayo, 2001).

Dentro de la enseñanza de las ciencias, la respiración celular representa un tópico muy complejo, puesto que requiere para su comprensión el conocimiento detallado de un número importante de conceptos químicos, fisicoquímicos y bioquímicos y sus relaciones, lo que hace indudablemente comprometido su aprendizaje significativo (Tamayo, 2001). Con frecuencia, resulta difícil la comprensión de los procesos que implican intercambio gaseoso y aún más de aquellos en los que intervienen transferencias energéticas, tales como las nociones del acoplamiento químico de las reacciones celulares. En general, cuando los alumnos estudian la combustión, experimentan grandes dificultades para distinguir "conceptos propios" del metabolismo celular (Reigosa, 2003).

La respiración celular puede estudiarse a diferentes niveles, sin embargo se registra una tendencia generalizada a considerar este tema como el simple intercambio gaseoso distanciado de los procesos de producción de energía por el organismo. En el caso particular del proceso de respiración en las plantas, existe generalmente una gran dificultad de los alumnos para relacionar adecuadamente los procesos de fotosíntesis y respiración. Al introducirse en los conocimientos de la fotosíntesis, los alumnos comúnmente describen la respiración de las plantas verdes como un proceso de intercambio gaseoso inverso al que efectúan los animales, durante el cual la planta tomaría gas carbónico del aire y expulsaría oxígeno. Consideran que esta respiración inversa es la que presentan las plantas verdes en todo momento, o bien más a menudo, que es la forma en que estas respiran durante el día, mientras que por la noche lo harían como los animales, en cuanto a gases tomados y expulsados en el intercambio (Cañal, 1997). Frecuentemente, la insistencia en diferenciar la fotosíntesis de la respiración, atendiendo a la naturaleza del intercambio gaseoso que se produce entre uno y otro proceso, tiene el efecto de reforzar la tendencia mayoritaria entre los estudiantes a considerar la respiración esencialmente como un proceso de intercambio gaseoso entre el ser vivo y la atmósfera, imprescindible para mantener la vida. A partir de esta idea, es muy común que se considere todo intercambio gaseoso como una respiración, con lo que el proceso fotosintético pasaría a ser concebido como una forma de respiración de la planta que ésta realiza durante el día.

En la génesis de obstáculos como éste, intervienen algunos factores que están directamente relacionados con la secuenciación de contenidos en los libros de texto, la cual es entendida en sentido amplio como proceso que se ha de ocupar de la estructuración del conocimiento en cuestión y la selección de los distintos tipos de contenidos, la adecuación de estos a las capacidades de los alumnos y la conexión con sus conocimientos previos (Cañal, 1997). Los contenidos deben organizarse de forma que exista continuidad a lo largo de la etapa escolar y permitan a los alumnos progresar adecuadamente y relacionarlos, retornando a cada aprendizaje allí donde lo dejaron anteriormente (Rabadán, 1993).

Objetivos de la investigación

Dada la importancia y complejidad de la respiración celular como contenido curricular, y debido a las numerosas dificultades que se presentan para la comprensión de este tema por parte de los alumnos durante el CBU, el presente trabajo pretende realizar aportes al estudio y análisis de los libros de texto.

Se propone analizar cómo es el abordaje de la respiración celular en libros de texto de Ciencias Naturales del CBU. A partir de este interrogante se plantean los siguientes objetivos:

- a) analizar los contenidos conceptuales referidos a la respiración celular presentes en el texto expositivo, las actividades y las ilustraciones de cada ejemplar e identificar contenidos priorizados y excluidos;
- b) caracterizar los objetivos de aprendizaje en las actividades que se proponen;
- c) examinar la progresión efectuada por las editoriales;
- d) determinar la inclusión de la historia de la ciencia en el desarrollo de esta temática.

Metodología

Se utilizaron 12 libros de texto de Ciencias Naturales de distintos años del Ciclo Básico Unificado (CBU) que abarca 7º, 8º y 9º año. El currículum prescripto en Córdoba (Argentina) para estos tres años incluye entre sus contenidos a la respiración celular.

Se emplearon libros correspondientes a 4 editoriales de amplia difusión en el medio escolar, las cuales fueron denominadas como Editorial A, B, C y D. Para su selección, se consultó a docentes en ejercicio de distintos centros escolares de la ciudad, quienes proporcionaron información acerca de los libros utilizados actualmente en las escuelas.

En primer lugar se escogieron 23 contenidos relacionados con el proceso de la respiración celular (Figura 1). Posteriormente cada uno de éstos fue estudiado según 5 dimensiones de análisis (Figura 2).

En cada ejemplar, se identificó cuáles de los 23 contenidos seleccionados estaban presentes y luego éstos fueron estudiados según las dimensiones de análisis utilizando una plantilla específicamente diseñada (Tabla 1).

La información obtenida en el análisis de la dimensión "e" (nivel de profundización de los contenidos), fue utilizada para confrontar los 3 libros (7º, 8º y 9º) del CBU de cada Editorial. Esta información permitió analizar en cada editorial, si la propuesta curricular tiende o no a realizar un abordaje de los contenidos en orden creciente de complejidad.

Los datos obtenidos luego de la aplicación de la plantilla para cada contenido, se estudiaron de manera conjunta según cada una de las dimensiones planteadas.

1) Conceptualización del proceso .	13) Origen del CO ₂ liberado en la respiración.
2) La función energética y su importancia biológica para el mantenimiento de funciones vitales en los seres vivos.	14) Función de las coenzimas.
3) Relación catabolismo-anabolismo.	15) Vías catabólicas de lípidos y proteínas.
4) Conceptualización del ATP.	16) Lugar en el cual ocurre el proceso en células eucariotas.
5) Reacción química declarativa.	17) Lugar en el cual ocurre el proceso en células procariontas.
6) Organismos en los cuales ocurre el proceso respiratorio.	18) Comparación con la fotosíntesis
7) Conceptualización de la glucólisis y su función.	19) La respiración celular como proceso indispensable en todos los seres vivos para la obtención de energía, incluyendo las plantas.
8) Vías anaerobias de fermentación.	20) Especificación de que las plantas respiran durante el día y la noche.
9) Diferenciación del rendimiento energético de vías aerobias y anaeróbicas.	21) Evolución del proceso respiratorio en los organismos y su relación con las características del ambiente.
10) Ciclo de Krebs	22) Relación de la respiración celular con los procesos de respiración pulmonar.
11) Cadena respiratoria	23) Existencia de diferentes órganos respiratorios en los seres vivos.
12) Función del O ₂ en el proceso.	

Figura 1.- Contenidos propuestos para el análisis del abordaje de la respiración celular en libros de texto para el Ciclo Básico Unificado.

Contenidos	Presencia /Ausencia			Priorizado / Excluido	Objetivo de las actividades	Tema	Nivel de Profundización
	TE	I	A				
					(1, 2, 3, 4, 5, 6)	(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)	(1, 2, 3)
1							
2							
...							
23							
Inclusión de la Historia de la ciencia: si/no							

Tabla 1.- Plantilla para el estudio de cada libro según los 23 contenidos seleccionados y las diferentes dimensiones de análisis establecidas (TE: Texto Expositivo; I: Ilustraciones; A: Actividades).

- a) Inclusión del contenido en:
 - texto expositivo (de manera declarativa)
 - ilustraciones
 - actividades
- b) Objetivo de las actividades, según las siguientes categorías:
 - 1) Resolución de problemas.
 - 2) Aplicación de conceptos a diferentes situaciones.
 - 3) Detección de ideas previas.
 - 4) Realización de experimentos.
 - 5) Análisis e interpretación.
 - 6) Repetición de conceptos.
- c) Importancia atribuida al contenido:
 - Priorizado: aquellos presentes en 9 o más de los ejemplares.
 - Excluido: aquellos que se encontraron en no más de 4 libros
- d) Temas en los cuales se incluyen dichos conceptos:
 - 1) Célula.
 - 2) Las plantas: estructura y funciones vitales.
 - 3) Metabolismo.
 - 4) Sistema Respiratorio.
 - 5) Evolución.
 - 6) Nutrición.
 - 7) Sustancias químicas de importancia biológica.
 - 8) Energía y sus transformaciones.
- e) Nivel de profundización de los contenidos. Para ello se determinaron 3 niveles:
 - 1) Menciona por primera vez el concepto y lo describe superficialmente.
 - 2) Se retoma el concepto y se lo aplica en un sistema.
 - 3) Se retoma el concepto y se desarrolla la explicación de los procesos químicos implicados.
- f) Inclusión de la historia de la ciencia.

Figura 2.- Dimensiones de análisis para el del abordaje de la respiración celular en libros de texto para el Ciclo Básico Unificado.

Resultados y discusión

Las editoriales analizadas incluyen un número considerable de contenidos conceptuales sobre la respiración celular, aunque esto no significa que el tratamiento del tema se halle exento de algunas deficiencias. Para cada dimensión de análisis se pueden destacar los siguientes aspectos:

- a) La respiración celular en el discurso expositivo, actividades e ilustraciones

Se observó que los contenidos son abordados fundamentalmente de forma declarativa, minimizando en ocasiones la inclusión de actividades e ilustraciones. En relación a estas últimas, se observó una predominancia para especificar el lugar donde ocurre el proceso en células eucariotas, resultando en general escasa la utilización de este recurso para el abordaje de los demás

conceptos. Cabe destacar que dos editoriales no incluyeron en uno de sus ejemplares ilustraciones para abordar este tema. Esto parece indicar que para las editoriales, la comprensión puede alcanzarse sólo mediante una enseñanza expositiva, aspecto que contradice las nuevas tendencias en la didáctica de las ciencias.

b) Objetivo de las actividades propuestas

En el total de textos -atendiendo a la frecuencia con que aparecen- las actividades más utilizadas fueron aquellas que implican repetición de conceptos y análisis e interpretación (Figura 3).

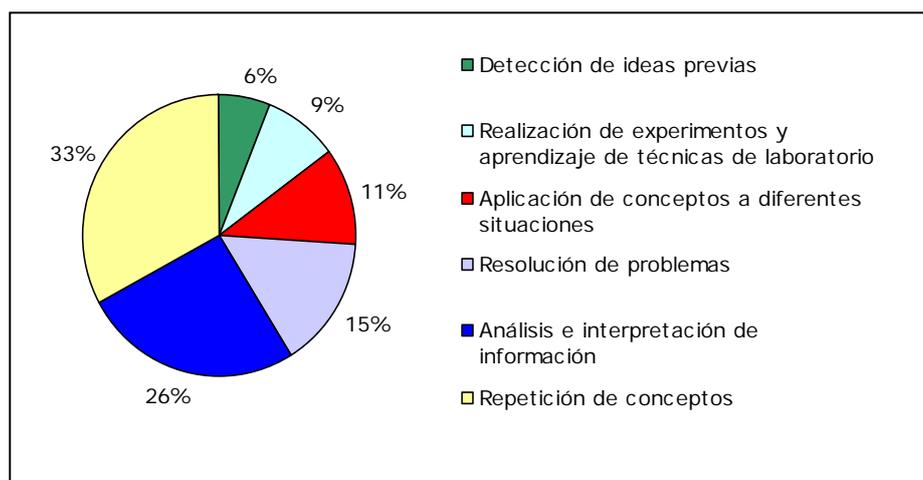


Figura 3.- Porcentaje de tipos de actividades planteadas para el abordaje de la respiración celular en libros de texto para el Ciclo Básico Unificado.

Se observó que para destacar la función energética e importancia biológica de la respiración celular, se utilizó un elevado número de actividades, predominado aquellas de tipo de análisis e interpretación y de aplicación de conceptos a diferentes situaciones. Asimismo, cuando se compararon la respiración celular con la fotosíntesis, se utilizó también un alto número de actividades, principalmente de análisis e interpretación de información.

Predominaron por lo tanto, actividades que poseen como finalidad la comprobación de la teoría presentada previamente en forma declarativa, mientras que las que permiten determinar las ideas previas se presentaron en un bajo porcentaje. Considerando que el aprendizaje no es un simple proceso de adicionar información, sino de reestructuración de conceptos a través de la interacción entre las ideas del alumno y la nueva información (Domingos et al., 2004), en general las actividades no estarían promoviendo aprendizajes significativos.

c) Importancia atribuida a los contenidos

En términos generales las editoriales priorizan la conceptualización de la respiración celular, describiendo básicamente los compuestos químicos implicados, destacando el papel del oxígeno y la función energética del

proceso. Sin embargo, existen falencias en su abordaje, ya que conceptos claves para su comprensión resultaron excluidos. El hecho de que en todos los libros no se especifique que las plantas respiran durante el día y la noche, se considera como una gran deficiencia, puesto que éste es un concepto imprescindible para superar las numerosas dificultades de los alumnos al relacionar los procesos de fotosíntesis y respiración, y evitar que se generen ideas erróneas tales como las nociones de respiración inversa en las plantas (Cañal, 1997).

Otro aspecto a señalar es que no son desarrollados los procesos químicos específicos, y no se explican contenidos tales como el Ciclo de Krebs, la cadena respiratoria y la función de las coenzimas, entre otros (a excepción de un solo ejemplar). Según plantea Caamaño (1998), la existencia de dificultades en los estudiantes para la comprensión de nociones sobre cambio químico, tiene como causas, no aplicar el conocimiento microscópico de la materia a la explicación del cambio químico y valorar la idea de conservación por encima de la de cambio. Por lo tanto dichos conceptos excluidos estarían dificultando la comprensión de los cambios químicos implicados en la respiración celular.

El escaso abordaje de otros contenidos, tales como la conceptualización del ATP, las vías anaerobias de fermentación y la glucólisis, permiten inferir que las editoriales realizan un desarrollo superficial de la respiración celular.

d) Temas en los cuales se incluyen los conceptos

Se observó en la mayoría de los casos que los conceptos fueron incluidos en diferentes capítulos del mismo libro. No se desarrolló un capítulo especial, sino que se abordaron como parte de otros temas. En general hubo un predominio en el desarrollo de la respiración celular dentro del tema "célula". Sólo una editorial desarrolló los contenidos planteados dentro de la temática de "metabolismo". Finalmente, en "nutrición" y "energía", la respiración celular fue abordada en un reducido número de libros, dentro de los cuales el porcentaje de conceptos incluidos fue bajo.

En diversos estudios se ha visto que la mayoría de los alumnos, desconoce la naturaleza de las sustancias que intervienen en la respiración celular, ignoran los detalles más elementales, y muchos consideran a la respiración como un proceso básicamente pulmonar (Banet y Nuñez, 1990). Una de las causas que podría explicar la situación antes mencionada es la inclusión de la respiración celular de manera dispersa en los libros de texto como se ha observado en este estudio.

Si bien en todos los ejemplares estudiados se destaca la función energética e importancia biológica de la respiración para el mantenimiento de las funciones vitales en los seres vivos, dicho concepto en general no es retomado al abordar los temas de metabolismo, nutrición y energía, lo cual demuestra que la respiración celular es desarrollada como un concepto aislado dentro de otros temas y no en relación a aquellos donde sería fundamental para una mejor comprensión de la temática.

e) Profundización en el desarrollo de los contenidos

Sólo en la mitad de los casos estudiados se observó una propuesta curricular que planteara el abordaje de los contenidos en orden creciente de complejidad, lo cual indica que el desarrollo de esta temática por parte de las editoriales no brinda la posibilidad a los alumnos de comprender en profundidad a la respiración celular. Para que ello ocurra los contenidos deberían organizarse de manera que exista continuidad y progresión en su complejidad (Rabadán, 1993).

f) Inclusión de la historia de la ciencia

Las editoriales analizadas incluyeron la historia de la ciencia en una baja proporción pese a que si se la incluye, se favorece una visión más profunda y crítica en los alumnos acerca de la construcción científica (Dalerba et al., 2001). De lo anteriormente expuesto, se infiere que las editoriales no permiten la contextualización histórico-social de los modelos y teorías, ni presentan al conocimiento científico como un producto perfectible y provisorio, desfavoreciendo por lo tanto al desarrollo de una actitud crítica y creativa en los estudiantes (Pastorino, 1998).

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, se desprenden las siguientes conclusiones:

- o Para el abordaje de la respiración celular, en la mayoría de los libros de texto analizados, se presentan escasas actividades e ilustraciones.
- o En general las actividades planteadas están orientadas a la repetición de conceptos y a la aplicación de la teoría.
- o Ciertos conceptos que resultan fundamentales para la comprensión de la respiración celular, no son abordados por la mayoría de las editoriales.
- o Son escasas las propuestas curriculares que planteen el abordaje de los contenidos en orden creciente de complejidad.
- o En la mayoría de los libros analizados, no se incluye a la historia de la ciencia y no se hacen referencias sobre la evolución histórica de las principales nociones sobre respiración celular.

Agradecimientos

A la Dra. Nora Valeiras por su incesante acompañamiento y colaboración.

Referencias bibliográficas

Alcor, L.; Carrión, R.; Alonso, J. J. y Campanario, J.M. (2004). Presentaciones aparentemente arbitrarias de algunos contenidos comunes en libros de texto de Física y Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(1).

Banet, E. y Núñez, F. (1990). Esquemas conceptuales de los alumnos sobre la respiración. *Enseñanza de las ciencias*, 8(2), 105-110.

Caamaño, A. (1998). El cambio químico: un tema central de la investigación en didáctica de la química. *Alambique*, 17, 61-64.

Cañal, P. (1997). La fotosíntesis y la "respiración inversa" de las plantas: ¿un problema de secuenciación de los contenidos?. *Alambique*, 14, 21-36.

Dalerba, L.; Ortiz, F.; Rivarosa, A. y Valle, M. (2001). Textos escolares: una propuesta de análisis. *Memoria de las V Jornadas Nacionales de Enseñanza de la Biología* (pp. 172-177).

Del Carmen, L. y Jiménez, M.P. (1997). Los libros de texto: Un recurso flexible. *Alambique*, 11, 7-14.

Domingos-Grilo, P.; Mellado V. y Ruiz, C. (2004). Evolución de las ideas alternativas de un grupo de alumnos portugueses de secundaria sobre fotosíntesis y respiración celular. *Revista de Educación en Biología*, 7(1), 10-19.

García, I. (1997). ¿Qué propuestas de actividades hacen los libros de primaria? *Alambique*, 11, 35-43.

González Rodríguez, C.; García Barros, S. y Martínez Losada, C. (2003). ¿A qué contenidos relacionados con la fotosíntesis dan más importancia los textos escolares de secundaria?. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. 77-88.

Izquierdo, M. y Rivera, I. (1997). La estructura y comprensión de los textos de ciencias. *Alambique*, 11, 24-33.

Jimenez Aleixandre, M.P. (1997). Libros de texto: un material entre otros. *Alambique*, 11, 5-6.

Jiménez, J.D. y Perales, F.J. (2001). Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 3-19.

Jiménez, J.D. y Perales, F.J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 369-386.

Jiménez, J.D.; Prieto, R. y Perales, F.J. (1997). Análisis de los modelos y grafismos utilizados en libros de texto. *Alambique*, 11, 75-85.

Kulm, G., Roseman, J. E., Treistman, M. 1999. A Benchmarks-Based Approach to Textbook Evaluation. *Science Books & Films*, 35 (4).

Pastorino, I. (1998). El abordaje histórico del conocimiento científico como propuesta didáctica. *Memoria de las IV Jornadas Nacionales de Enseñanza de la Biología*, ADBIA. (pp. 286).

Pérez De Eulate, L.; Llorente, E. y Amaya, A. (1997). Las imágenes de digestión y excreción en los textos de primaria. *Enseñanza de las ciencias*, 17(2), 165-178.

Rabadán Vergara, J. M. (1993). La secuenciación de los contenidos en el área de ciencias de la naturaleza. *Revista Intercambio*, 21, 61-66.

Reigosa, M. A. (2003). El metabolismo celular como contenido básico en la enseñanza de la Biología. Un modelo didáctico para superar dificultades. *Revista de Educación en Biología*, 6(1), 48-52.

Ruina, M. y Berzal, M. (2001). Los contenidos procedimentales en la enseñanza de las Ciencias Naturales: análisis de los libros de texto del tercer ciclo la educación general básica. *Memoria de las V Jornadas Nacionales de Enseñanza de la Biología*, ADBIA. (pp. 167-171).

Sánchez, N. B. y Escudero, C. (2002). Las situaciones problemáticas en los textos escolares de biología antes y después de la reforma educativa. *Revista de educación en biología*, 5(1), 20-31.

Tamayo Alzate, O. (2001). Tesis Doctoral: Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicación al concepto de respiración. *Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales*.