

El concepto de fotosíntesis en los textos escolares y su relación con las concepciones alternativas de los docentes y estudiantes

Roberto Figueroa Molina¹
Universidad del Atlántico. Barranquilla

Resumen

El estudio describe la relación del concepto de fotosíntesis contenido en los textos escolares con las concepciones de los docentes y estudiantes de básica secundaria, según una muestra de instituciones educativas de la ciudad de Barranquilla. La información se recolectó mediante la entrevista reconciliadora, y se analizó a través de la codificación y el análisis de contenido. Los resultados señalan que por causa de los docentes, la construcción y asimilación de las concepciones científicas es inducida por los textos escolares y arraigada en las estructuras mentales de los estudiantes.

Palabras Clave: Concepciones alternativas, ciencias experimentales, entrevista reconciliadora, textos escolares y concepto de fotosíntesis.

The concept of photosynthesis in textbooks and its relationship with alternative conceptions of teachers and students

Abstract

This study describes the relationship between the concept of photosynthesis commonly found in textbooks and the conceptions of a sample of high school teachers and students in the city of Bar-

¹ Doctor en Educación Universidad de Puerto Rico. Magister en Docencia de la Química Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. Químico Farmacéutico, Universidad del Atlántico, Barranquilla. Profesor de la Universidad del Atlántico. Coordinador del Grupo "GECIT". Correo: roberfigue@hotmail.com, robertofigueroamolina@gmail.com

ranquilla. The information was collected by means of reconciling interviews, and it was analyzed by coding and content analysis. The results suggest that, because of teachers, the construction and assimilation of scientific conceptions is induced by textbooks and entrenched in the students' mindsets.

Keywords: *Alternative concepts, experimental sciences, reconciling interview, textbooks and the concept of photosynthesis.*

Introducción

Desde los inicios del siglo XX, algunos expertos de la educación como Driver (1986), se han interesado en los procesos de enseñanza y aprendizaje, las ideas alternativas que poseen en la estructura mental los estudiantes y docentes y las dificultades de ellos para comprender los conceptos de las diferentes áreas del conocimiento. Las investigaciones muestran que los estudiantes, aún después de haber concluido la enseñanza escolar, continúan con sus ideas previas o erróneas, las cuales se encuentran fuertemente arraigadas a su estructura de pensamiento (Figueroa Molina *et ál.*, 2004).

Parte del conocimiento científico que memorizamos y logramos comprender nos llega a partir de la lectura y del uso instruccional de los textos escolares, proceso en el cual se realiza una representación mental de los objetos. Es decir, para desarrollarnos profesionalmente, debemos asimilar e interpretar la información contenida en los textos, donde la importancia radica en los contenidos y no en la ética y científicidad.

Uno de los pilares básicos que sustenta la acción docente, en cualquier nivel educativo, son los textos escolares. Resulta incuestionable su influencia en el trabajo de aula, tanto para los profesores como los alumnos, pues constituyen el referente exclusivo del saber científico. Pero son también una mercancía para las editoriales que compiten entre sí para dominar el mercado. Esta serie de condicionantes convierten la selección de los textos escolares en un acto con serias repercusiones educativas y económicas. Este mercado devalúa la calidad del texto y pasa por alto fallas de redacción, contenidos científicos, profundidad lógica y psicológica de los saberes, entre otros, lo cual induce a los errores cognitivos a largo plazo en los docentes y estudiantes.

El texto escolar es la herramienta de mayor demanda para la enseñanza y el aprendizaje de con-

ceptos y, dado que los docentes dependen conceptualmente, aun así, los conocimientos asimilados les dificulta contrastar la información que allí aparece con los supuestos teóricos y conceptuales que maneja la comunidad científica. Es necesario entonces, que los docentes se involucren en la dinámica de las ciencias, en la cual, se desactualizan rápidamente los conceptos y contenidos de los textos y se vuelve asimismo obsoleta e incompleta la información manejada por los docentes y estudiantes. Pocas veces el estudiante y también el docente son conscientes de que lo que se estudia en los textos son modelos que pueden ser superados por otros.

Son diversos y variados los errores conceptuales que contienen los textos escolares de ciencias naturales, dentro de los cuales se encuentra el concepto de fotosíntesis, al que dedicaremos la presentación, el desarrollo, el análisis y las conclusiones, para servir de adelanto al desarrollo general de la investigación que se viene realizando.

Las investigaciones sobre las ideas previas o concepciones alternativas han puesto de manifiesto que el aprendizaje es un proceso complejo: aun cuando los alumnos encuentren respuestas que pueden ser plausibles para el problema que se les presenta, no ponen en juego otros conocimientos que puedan contradecirlas. El estudiante, al enfrentarse al problema, solo percibe o elabora sus respuestas a partir de lo que le sugieren las observaciones superficiales del hecho analizado. Generalmente solo observa aquellos comportamientos del fenómeno que apoyan su explicación inicial, pasando los demás desapercibidos o, como sencillamente irrelevantes.

Podemos deducir entonces que la praxis de los educadores promueve errores en la enseñanza de los conceptos, inducidos, primero, por la obsolescencia de los contenidos de los textos escolares; segundo, por las limitadas actividades y jornadas de capacitación

y actualización académica; tercero, por la predominancia de un proceso de enseñanza tradicional, que retarda el desarrollo de las competencias cognitivas, actitudinales y procedimentales de los estudiantes y profesores, lo que intentaremos demostrar en el desarrollo de esta investigación.

Perales y Jiménez (2002) señalan que las limitaciones que poseen las ilustraciones (proliferación de elementos distractores) incorporadas en los actuales libros de ciencias como posibilidades didácticas aumentan el riesgo de interpretaciones erróneas de los conceptos expuestos en los textos escolares.

A pesar de su amplio uso en el sistema educativo, los textos escolares son un instrumento perfecto. Es más, ciertos problemas de aprendizaje se originan precisamente de la insuficiencia relacionada con este recurso. La crítica de los textos escolares de ciencias parece haberse convertido casi en un paso obligado en muchos de los trabajos que se publican. Los profesores suelen achacar a los manuales escolares defectos relacionados con dificultades de vocabulario y de organización de contenidos y con problemas derivados de la complejidad en los desarrollos conceptuales y matemáticos. No obstante, existen otras deficiencias en los textos escolares que hacen que su uso, sin las debidas precauciones, pueda ser incluso contraproducente para el aprendizaje.

Desarrollo

Las relaciones del texto escolar con el saber han adquirido significación en el marco del concepto de transposición didáctica, entendido como el complejo proceso de transformación del saber académico en el saber enseñar. Efectivamente, enseñado el concepto de la enseñanza y del aprendizaje escolar se logra aprender lo enseñado. Aquí, el texto escolar será un mecanismo privilegiado que concrete y efectúe la reorganización y traducción del saber disciplinar: el fin es convertirlo en un objeto de enseñanza, entendido como el saber escolar reglamentado, explicitado, regulado, divulgado y organizado para el propósito de la enseñanza, no solo en el lineamiento de las políticas curriculares o estándares del estado, sino también en el dominio y reordenamiento disciplinar.

De manera general, la metodología se refiere a los medios y métodos que permitan obtener conocimientos objetivos y subjetivos acerca de la realidad que se estudia. Bajo la naturaleza de un diseño descriptivo,

este estudio caracterizó la relación del concepto de fotosíntesis contenido en los textos escolares con las concepciones alternativas en los docentes y estudiantes de básica secundaria de algunas instituciones educativas de la ciudad de Barranquilla. La información se recolectó mediante el uso de técnicas específicas, como la entrevista con preguntas reconciliadoras y el análisis de documento. La interpretación de la información se realizó a partir de la codificación y categorización de los protocolos obtenidos de la grabación y también del análisis de los contenidos de los conceptos de fotosíntesis consignados en los textos escolares escogidos para el estudio.

La muestra de estudio la constituyó un grupo de 51 estudiantes y 19 docentes de sexto grado de básica secundaria procedentes de instituciones seleccionadas aleatoriamente, y se tiene en cuenta que, en este nivel, según los estándares y los planes de estudio, se aborda el tema de la fotosíntesis. A partir de la entrevista reconciliadora se recolectó la información de los docentes y estudiantes participantes del estudio (Figuroa Molina *et ál.*, 2004). La información procedente de los textos escolares, se obtuvo del acopio de la revisión texto por texto del concepto de fotosíntesis definido en ellos (ver Tabla 4). Para analizar la información recolectada, retomamos lo expuesto por Wolcott (1994) quien plantea una tabulación y posterior codificación de la información, reuniendo los aportes esenciales de cada individuo en categorías específicas para así responder a cada uno de los objetivos trazados en la investigación.

La entrevista con preguntas reconciliadoras busca identificar en los individuos expuestos a ella, el desdoblamiento conceptual progresivo. Se entiende por este proceso la transformación conceptual continua, que tienen los seres humanos a través del contacto directo e indirecto con el conocimiento cotidiano o científico. En otras palabras, son los cambios paradigmáticos, en los que se modifica una determinada concepción de un evento o fenómeno por otro más acabado y aceptado por la comunidad especialista en el tema (Figuroa Molina *et ál.*, 2004).

La información se organizó a partir de categorías caracterizadas de las concepciones alternativas en los estudiantes y docentes. Para esto, se analizaron las transcripciones y grabaciones de las entrevistas de la muestra seleccionada de las instituciones educativas participantes del estudio. Wolcott (1994) sugiere algunas categorías que pueden surgir de las entrevistas:

concepciones alternativas del concepto de fotosíntesis en los textos seleccionados; concepciones alternativas del concepto de fotosíntesis en los docentes; concepciones alternativas del concepto de fotosíntesis en los estudiantes; concepciones alternativas generadas por los textos en los docentes y concepciones alternativas generadas por el texto en los estudiantes.

Para codificar las respuestas de los docentes y estudiantes entrevistados, se consideraron los argumentos presentados por los participantes en su intento por dar respuestas a las incógnitas planteadas en la entre-

vista. De esta forma se facilitó la clasificación de las características de las concepciones alternativas en los estudiantes y docentes en cada una de las categorías.

Las respuestas incluidas en el análisis muestran las diferentes características de las concepciones alternativas observadas. Esto significa que un participante puede dar respuestas que corresponden a dos categorías diferentes. Las respuestas tabuladas que se presentan a continuación, tabla 1, corresponden a los docentes y estudiantes seleccionados aleatoriamente para la realización del presente estudio.

Tabla 1. **Concepciones alternativas de los docentes**

CATEGORÍA	RESPUESTA	PORCENTAJE
Concepciones alternativas del concepto de fotosíntesis en los docentes.	Es el proceso mediante el cual las plantas fabrican su propio alimento. Transforman la luz solar en energía química	33.36%
	Proceso mediante el cual las plantas verdes en presencia de luz solar transforman el CO ₂ atmosférico y lo transforman en carbohidratos y agua.	49.98%
	Es un proceso mediante el cual las plantas verdes elaboran su propio alimento, a partir del CO ₂ en presencia de luz solar, lo transforman en azúcar y agua.	16.66%

Concepciones alternativas del concepto de fotosíntesis en los docentes.

Es notable la tendencia de los estudiantes a dar respuestas sustentadas en la interpretación del mundo que les rodea y rara vez respaldadas en la información teórica o en los hechos científicos demostrados. Gil Pérez y Carrascosa (1990) afirman que las concepciones alternativas en un individuo están dadas por las nociones que los estudiantes traen antes del aprendizaje formal de un determinado tema, y aunque son muchas las expresiones que emplean los diferentes autores para referirse a las ideas que tienen las personas sobre alguna materia y que difieren de las ideas aceptadas científicamente, se han programado y diseñado acciones concretas para que los alumnos puedan llegar a construir y asimilar los conocimientos científicos mediante un plan o guía de actividades de enseñanza con conceptos actualizados.

Al analizar la información recolectada de las entrevistas de los docentes, se puede inferir que un alto número de ellos no posee en su estructura de pensamiento elementos conceptuales y teóricos adecuados que posibiliten explicar de forma clara y científica el concepto de fotosíntesis: «*Cuando voy a darles el concepto de fotosíntesis a los estudiantes lo relaciono con el concepto de nutrición, órganos de las plantas y sus funciones como la respiración y la excreción*».

Algunos docentes tratan de utilizar analogías o establecer relaciones del concepto de fotosíntesis con el concepto de respiración, relación que dificulta el entendimiento y la comprensión de aquél. Resultados de investigaciones muestran que el 80% de los profesores presentan serias dificultades para la construcción tanto del concepto de fotosíntesis como de respiración (Charrier Melillán, Cañal y Rodrigo Vega, 2006). Confirman las observaciones empíricas de los maestros. Los conceptos de fotosíntesis y de respiración

son dos constructos que por su complejidad resultan difíciles de ser enseñados y aprendidos.

Cuando se les pidió a los docentes que presentaran el concepto formal de fotosíntesis, respondieron que no tenían dudas sobre él, pero enunciaban el principio de salvedad: «Somos humanos, cualquiera comete errores». Dejan claro que los errores se van a cometer, que son propensos a ellos y que serán transmitidos en el proceso de instrucción.

Pero al preguntarles sobre la definición del proceso (del cual no tenían dudas) respondían: «Es un proceso mediante el cual las plantas verdes elaboran su propio alimento, a partir del CO₂ en presencia de luz solar, lo transforman en azúcar y agua». ¿Será que las plantas de hojas rojas no realizan la fotosíntesis o que las plantas de hojas amarillas no son plantas? Los docentes siempre deben tener presente que existen muchos aspectos relevantes que hacen parte de este concepto y que son de vital importancia para el aprendizaje claro y auténtico de los estudiantes, como la naturaleza de la luz, la clorofila y los pigmentos accesorios, la estructura del cloroplasto y de las membranas fotosintéticas, las fases de la fotosíntesis y el ciclo del carbono. Pero ninguno de ellos hace alusión a estas temáticas.

Por otro lado, cuando se les pidió que comentaran acerca de cómo presentan el concepto de fotosíntesis en el aula para el entendimiento de sus estudiantes,

coincidieron: «Se hace a través de láminas donde se muestre el proceso e interactuando con el medio». De aquí la necesidad de que el docente tenga en cuenta las concepciones alternativas de sus estudiantes para entender o asimilar un concepto y que parta de ellas para poder explicarlo de manera clara, concisa y profunda, llenando los vacíos conceptuales que pueda traer al aula.

Finalmente, cuando se les cuestionó si el concepto de fotosíntesis aprendido en su formación es el mismo que maneja la comunidad científica en la actualidad, todos aseguraron: «El concepto manejado años atrás es el mismo que el que se maneja en la actualidad». De hecho, algunos de los aspectos definidos con anterioridad son ciertos, pero actualmente la comunidad científica ha suministrado ciertas temáticas y terminologías que permiten que el concepto de fotosíntesis sea más amplio y profundo. Es decir, la causa de este problema existe en los docentes antes de recibir la formación universitaria e incluso después, lo cual repercute en la formación actual de sus estudiantes. Esto nos muestra la universalidad de las concepciones alternativas, así como la permanencia de las mismas a lo largo de todo el período de escolarización (Charrier Melillán, Cañal y Rodrigo Vega, 2006). En otros casos, se sustituyen por nuevas concepciones que se convierten en nuevos obstáculos para el aprendizaje, y si sucede en los docentes escolarizados, es muy posible que se presenten en sus estudiantes.

Tabla 2. **Concepciones alternativas de los estudiantes**

CATEGORÍA	RESPUESTA	PORCENTAJE
Concepciones alternativas del concepto de fotosíntesis de los estudiantes.	No conocen o recuerdan el concepto	43.39%
	Proceso mediante el cual las plantas verdes elaboran su propio alimento	33.3%
	Cuando el sol les da energía a las plantas para que crezcan más	16.65%
	Las plantas respiran algo y botan algo	3.33%
	Las plantas usan el proceso solar para construir o realizar su propio alimento	3.33%

Concepciones alternativas del concepto de fotosíntesis en los estudiantes.

- 1) Al interrogante: ¿cuál es la relación entre las plantas y los animales?, los estudiantes hacen referencia de esta relación solo en términos de consu-

mo y no del concepto de fotosíntesis en sí, aunque lo expuesto tiene que ver con redes tróficas, y no con el objetivo propuesto. «A mí me gustó el tema de la fotosíntesis ya que considero que es aquella relación entre las plantas y los animales y porque me parece interesante saber cómo se relacionan estos seres vivos entre sí».

Es interesante describir que los pocos estudiantes que se interesaron en el concepto de fotosíntesis lo relacionen más con la nutrición de animales que comen plantas que con un proceso de síntesis de energía. Esto se debe a que la enseñanza del concepto de fotosíntesis y de respiración en las plantas y los animales se desarrolla por separada, y frecuentemente son mencionados como ejemplo de los procesos anabólicos y atabólicos que ocurren en los organismos,

potenciando la comparación y confusión de un tema con el otro.

2) Los estudiantes entrevistados manifiestan: «No sé por qué no le entendí a la profesora», al interrogarse sobre la definición del concepto de fotosíntesis. Lo cual deja entrever las falencias metodológicas aplicadas en la enseñanza de esta temática y las dificultades de tipo conceptual y comunicativo que genera en los estudiantes.

Tabla 3. **Concepciones alternativas de los textos escolares**

CATEGORÍA	RESPUESTA	PORCENTAJE	CANTIDAD
Concepciones alternativas del concepto de fotosíntesis en los textos escolares	Hace parte del proceso de nutrición de las plantas	42.84%	3
	Solo se presenta en presencia de luz solar	14.29%	1
	La luz solar es transformada en energía química	14.29%	1
	La fotosíntesis es lo contrario de la respiración	14.29%	1
	Es la combinación de la savia con el dióxido de carbono	14.29%	1

La Tabla 3 hace referencia a los errores o concepciones alternativas que presentan los textos escolares. Aunque para un profesional de la disciplina estas definiciones no son del todo erróneas, en el aula resultaría casi imposible de ser explicada, pues se requiere anexar información necesaria para dar una explicación científica a los estudiantes de sexto grado.

Con la finalidad de develar cómo se han desarrollado y asimilado las concepciones alternativas en los docentes y estudiantes a partir del uso de los textos escolares analizados, la categoría sobre las alternativas del concepto de fotosíntesis en los textos escolares (ver Tabla 4) estuvo constituida por una muestra de textos que los docentes utilizan para la enseñanza entre los años 1989 y 2006.

En el *texto Descubrir 6°*, de la primera y segunda edición (1989 y 1996, respectivamente) del grupo editorial Norma, los autores relacionan el concepto de fotosíntesis con el concepto de nutrición en las plantas y no explican de manera clara el proceso de fotosíntesis que realizan las plantas, dejando vacíos conceptuales en temáticas como la

energía que utilizan las plantas para realizar sus etapas y las reacciones de luz y oscuridad necesarias para producir los carbohidratos correspondientes al proceso.

En el texto impreso de la editorial Santillana *Ciencias Naturales 6°*, que se edita desde 1992 hasta la fecha, define el concepto de fotosíntesis como un proceso que hace parte de la nutrición de las plantas en general, describiéndolo como la combinación de la savia con el dióxido de carbono.

En síntesis, los textos escolares quieren transmitir información que a los ojos de un experto es limitada y muchas veces, como se pudo analizar, está sesgada en relación con el concepto de fotosíntesis aceptado por la comunidad de expertos. Como afirman los estudiantes: «Mi profesora estaba explicando el tema en el tablero y en un libro estaba el concepto de fotosíntesis y de allí lo dictó»... «Mi profesora hacía la clase y nos iba dictando el concepto y nos explicaba con dibujos en el tablero». Como se puede observar, el docente toma como principal herramienta de apoyo el texto escolar y no otras fuentes de informa-

ción para explicar el concepto. Además, deja de lado las concepciones alternativas de los estudiantes, las cuales pueden ser útiles en el aprendizaje de cualquier concepto. Por otro lado, es necesario que se

tengan en cuenta estrategias para que ellos asimilen el concepto de fotosíntesis y lo profundice al punto de acercarse a lo que la comunidad científica propone en la actualidad.

Tabla 4. Cuadro comparativo del concepto de fotosíntesis en los textos de ciencias naturales de sexto grado

TEXTO ESCOLAR	AUTOR (ES)	AÑO	PÁGINA	CONCEPTO	EDITORIAL
Descubrir 6°	Gabriel Roldán Pérez. Luís Velásquez Vásquez. Tito Machado Cartagena.	1989	113	La fotosíntesis es el proceso inverso al proceso de respiración	Norma
Descubrir 6°	Gabriel Roldán Pérez. Luís Velásquez Vásquez. Tito Machado Cartagena.	1996	122	En las plantas, el fenómeno de la respiración (Catabolismo) es permanente, tanto en el día como en la noche; mientras que el fenómeno de la fotosíntesis (Anabolismo) requiere de luz solar para su realización.	Norma
Conciencia 6°	Gabriel Roldán Pérez. Luís Velásquez Vásquez. Tito Machado Cartagena.	2000	41	En la fotosíntesis las plantas convierten la energía lumínica del sol en alimentos ricos en energía utilizable por los seres vivos. Para ellos usan agua y gas carbónico del medio. Estos dos componentes al ponerse en contacto con la luz solar y en presencia de la clorofila se reorganizan formando azúcares y liberando oxígeno como producto de desecho. La fotosíntesis ocurre en los cloroplastos de las células.	Norma
Tierra 6°	Clara Sánchez S. Henry Gómez S.	1999	104	Es el proceso que hace posible que las plantas y algunos microorganismos fabriquen su propio alimento ., para ello utilizan agua y gas carbónico, que al ponerse en contacto dentro de la molécula de clorofila, y en presencia de luz solar, se reorganizan para formar azúcares y oxígeno en grandes cantidades	Libros y Libres
Ciencias Naturales 6°	Nubia Elsy Samanca Prieto.	2000	68	Cuando la sabia bruta entra en contacto con el dióxido de carbono	Santillana
CONCEPTO DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA					
<p>Es el proceso en virtud del cual los organismos con clorofila o pigmentos fotosintéticos, como las plantas verdes, las algas y algunas bacterias, capturan energía en forma de luz y la transforman en energía química. Prácticamente toda la energía que consume la vida de la biosfera terrestre del planeta en la cual hay vida procede de la fotosíntesis.</p> <p>La fotosíntesis se realiza en dos etapas: una serie de reacciones que dependen de la luz y son independientes de la temperatura, y otra serie que dependen de la temperatura y son independientes de la luz. La velocidad de la primera etapa, llamada reacción lumínica, aumenta con la intensidad luminosa (dentro de ciertos límites), pero no con la temperatura. En la segunda etapa, llamada reacción en la oscuridad, la velocidad aumenta con la temperatura (dentro de ciertos límites), pero no con la intensidad luminosa.</p>					

Conclusiones

El análisis de la información nos lleva a establecer las siguientes conclusiones:

Los docentes que participaron en el estudio presentan errores conceptuales en la construcción, interpretación y definición científica del concepto de fotosíntesis, lo que repercute en los procesos de instrucción, aprendizaje y conceptualización de los estudiantes.

El texto escolar es considerado como la única herramienta que poseen los estudiantes en la institución para desarrollar sus investigaciones. Presentan errores de contenido imperceptibles para los docentes y es transmitido textualmente a los estudiantes.

Los estudiantes participantes de la investigación no poseen los constructos teóricos y conceptuales fundamentales para dar una respuesta clara sobre el concepto de fotosíntesis, debido al aprendizaje memorístico y repetitivo al que están expuestos a través del texto guía y también a las prácticas tradicionales institucionales.

Los estudiantes limitan el concepto de fotosíntesis en función de la luz, creyendo que es una mera transformación de energía lumínica a energía química, lo cual demuestra el desconocimiento de otros factores que hacen posible la realización de este complejo proceso.

Los textos escolares presentan información incompleta, limitada y errada a los estudiantes, quienes al no poseer los medios para constatar la veracidad de la información recibida, suponen que la información es actualizada y precisa.

Las concepciones alternativas en los textos escolares están íntimamente ligadas a las de los profesores y estudiantes, puesto que la principal dificultad para la adquisición de un concepto particular, no radica en las preconcepciones de los estudiantes, sino en la forma en que se transmite la información. Si ésta presenta restricciones o errores, la enseñanza a los estudiantes será igualmente desacertada, limitada y errada.

La búsqueda de los antecedentes en relación con la fotosíntesis en las plantas centrada tanto en

las concepciones como en los posibles orígenes de las mismas, permitió comprobar que existen serias dificultades para la construcción del concepto de fotosíntesis y de respiración, ya que por su complejidad, resultan muy difíciles de ser enseñados y aprendidos.

Referencias bibliográficas

CHARRIER MELILLÁN, María, CAÑAL DE LEÓN, Pedro y RODRIGO VEGA, Maximiliano (2006). «Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas». En: Enseñanza de las ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas. Vol. 24. N° (3), pp. 401-410. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.

DRIVER, Rosalind (1986). «Psicología cognitiva y esquemas conceptuales de los alumnos». En: Enseñanza de las ciencias, Vol. 4 N° (1), pp. 3-15. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.

FIGUEROA MOLINA, Roberto, UTRIA, Carlos, COLPAS, Rafael y ARAUJO, Antonio (2004). «Estudio exploratorio de las interacciones mentales de los estudiantes de sexto grado sobre el entendimiento conceptual de multiplicación». En: Tecné, episteme y didaxis. N° 15, pp. 30-44. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

GIL PÉREZ, Daniel y CARRASCOSA, Jaime (1990). «¿Qué se puede hacer sobre los conceptos erróneos de la ciencia?». En: Enseñanza de las Ciencias. Vol. 9 N° (1), pp. 69-77. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.

PERALES, F. Javier y JIMÉNEZ JIMÉNEZ, Juan de Dios (2002). «Las ilustraciones en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. Enseñanza de las ciencias». En: Enseñanza de las ciencias, Vol. 20, N° (3), pp. 369–386. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.

WOLCOTT, Harry F. (1995). *The Art of Fieldwork*. London: AltaMira Press.