

Los significados de fotosíntesis elaborados a partir de una actividad investigativa: estudio de caso

The Meanings of Photosynthesis Elaborated from a Research Activity: A Case Study

Andréia de Freitas Zômpero¹ y Carlos Eduardo Laburú²

¹Universidade Estadual de Londrina (UEL)/ Universidade Norte do Paraná (UNOPAR) Brasil. ²Universidade Estadual de Londrina. Brasil

¹ andzomp@yahoo.com.br - ² laburu@uel.br

Resumen

Esta investigación presenta un estudio de caso sobre los significados de fotosíntesis elaborados a partir de una actividad investigativa, desarrollada con alumnos del sexto grado de la enseñanza fundamental. Los significados construidos fueron analizados con base en las formas de aprendizaje significativo del tipo supraordenados, subordinados y combinatorios. Un mes después de la realización de la actividad investigativa, el alumno fue sometido a actividades de evaluación, con el propósito de verificar la transferencia de los significados producidos para nuevas situaciones problema. Los resultados demuestran que el estudiante superó algunos errores conceptuales en la comprensión de fotosíntesis, en relación a los conocimientos previos inicialmente identificados en su estructura. Además, fue posible comprobar la manera jerárquica en la organización de los significados de fotosíntesis en su estructura cognitiva.

Palabras Claves: Fotosíntesis - Actividades de investigación - Formas de aprendizaje significativo.

Abstract

This research presents a case study about the meaning of photosynthesis carried out from a research activity, developed with students from sixth grade of primary education. The resulted meanings were analysed based on the meaningful learning forms such as: super-ordinate, subordinate and combined. One month after the completion of this research activity, students were subjected to evaluative activities with the purpose of verifying the transference of the meanings produced for new problematic situations. The results show that students overcame some conceptual errors in the comprehension of the photosynthesis concept, in relation to the prior knowledge initially identified in their knowledge structure. Moreover, it was possible to check the hierarchical manner in the organization of photosynthesis meanings in their cognitive structure.

Key Words: Photosynthesis - Investigative Activities - Significant Ways of Learning.

Introducción

La disciplina de Ciencias en la Enseñanza Fundamental, correspondiente al rango etario de diez a catorce años, aborda muchos contenidos de difícil comprensión para los alumnos. Entre ellos, la fotosíntesis es considerada básica

para entender las relaciones que se establecen en la biosfera pero los estudiantes, de modo general, presentan dificultades en la comprensión de ese fenómeno. Varios estudios, como los de Souza y Almeida (2002) y Charrier (2006), han señalado problemas para comprender esos conceptos básicos, y las relaciones que se establecen entre ellos, por alumnos de diversos niveles de escolaridad. En este caso, se puede tomar como ejemplo la dificultad para diferenciar el concepto de fotosíntesis y respiración de las plantas, así como la comprensión de los dos procesos por considerar la fotosíntesis como respiración vegetal.

Autores de la psicología cognoscitiva como Coll (2002) resaltan que el alumno aprende un contenido, un concepto, un determinado procedimiento, un valor a respetar, cuando consigue atribuirle significados. Sin embargo, cuando aprende de manera memorística, no puede hacerlo.

Según Ausubel (1980), "cuando un determinado referente significa algo para un determinado alumno, él es convencionalmente denominado significado" es decir que es un producto del proceso de aprendizaje significativo. Sin embargo, el significado se refiere al contenido cognoscitivo que evoca en el alumno un determinado símbolo o grupo de símbolos específicos, por lo tanto, es uno de los elementos centrales en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Charrier Melillán (2006) indica que las investigaciones referidas a las concepciones de alumnos sobre fotosíntesis en varios niveles de enseñanza, señalan como uno de los problemas a la metodología puramente expositiva utilizada por los profesores. Esta no estimula el raciocinio o la actividad intelectual del estudiante, como así tampoco promueve su compromiso. En este sentido, los estudios con respecto a la realización de actividades investigativas en la enseñanza de Ciencias han mostrado que esta metodología puede ser más satisfactoria para el aprendizaje por promover la actividad intelectual y el compromiso y, con ellos, el interés del alumno. Además, diversos estudios, como los de Mayer (2005) y Jaipal (2009), han demostrado actualmente la importancia de que el profesor utilice en sus metodologías diferentes modos de representación, como textos, figuras, vídeos, para abordar los contenidos y facilitar el aprendizaje. En la realización de esta actividad investigativa, se utilizan para proporcionarle al estudiante la conexión de las prácticas observadas en el experimento con el conocimiento científico.

Este estudio tiene por objetivo investigar los significados construidos por un alumno al desarrollar una actividad de investigación del contenido de fotosíntesis, verificando los que elabora el estudiante y analizándolos de acuerdo a las formas con las que son construidos, conforme Ausubel (2000). Posteriormente, se pretende observar si esos significados son transferidos para otras actividades del mismo contenido formuladas de otro modo, considerando la teoría de aprendizaje significativo, en la que la verificación del aprendizaje puede ocurrir formulando al alumno cuestiones no familiares sobre el contenido en estudio para observar si los mismos son transferidos para nuevas situaciones.

Referentes Teóricos

Los estudios con respecto a la realización de actividades investigativas en la enseñanza de Ciencias han demostrado que esta metodología puede ser más

satisfactoria para el aprendizaje por promover la actividad intelectual, el compromiso y, de esa forma, el interés del alumno.

Sá (2009) resalta que la utilización del término investigación es polisémico y presenta diferentes abordajes incluso en Estados Unidos, donde se consolida la propuesta de enseñanza a través de investigación. En estudios anteriores, Zompero y Lauburú (2011) discuten diferentes abordajes propuestos para estrategias de enseñanza a través de investigación. Entre ellos, para caracterizar actividades investigativas, se destacan Gil Pérez y Castro (1996), para quienes deben contener características como presentar a los alumnos situaciones problemáticas abiertas en un nivel de dificultad adecuado a la zona de desarrollo potencial de los estudiantes; favorecer la reflexión de ellos sobre la relevancia de las situaciones-problema presentadas; posibilitar la emisión de hipótesis como procedimiento indispensable a la investigación científica; proponerles la elaboración de un planeamiento de la actividad experimental; contemplar las implicaciones CTS del estudio realizado; proporcionar momentos para la comunicación y el debate de las actividades desarrolladas; potenciar la dimensión colectiva del trabajo científico.

Otro abordaje es propuesto por el documento americano titulado "National Research Council" (2000), según el cual las actividades investigativas deben proporcionar al alumno compromiso en la actividad, oportunidad para establecer prioridades de evidencias y formularles explicaciones. Luego, ellas deben articularse al conocimiento científico para poder ser comunicadas y justificadas. En nuestro estudio, utilizamos el abordaje del NRC (2000) asociados a la propuesta de Carvalho (2006). De acuerdo con esa autora, una actividad de enseñanza para ser considerada como investigativa necesita presentar características como presentación del problema, elaboración de hipótesis, realización de la actividad experimental, anotación de datos y conclusión.

Resaltamos anteriormente que el aprendizaje podría ocurrir de manera puramente memorística sin que el alumno atribuya significados al contenido. En ese caso, es posible que el estudiante utilice el conocimiento, sin entender qué está haciendo (Coll, 2002). Este autor también observa que es común, en los episodios de enseñanza-aprendizaje, que el alumno atribuya un significado al contenido muy diferente de aquello que el profesor le enseñó. Eso quiere decir que los significados producidos muchas veces no son coherentes con el conocimiento científico. Para Coll (2002), la enseñanza debe favorecer el aprendizaje significativo a los alumnos con miras a la profundización y ampliación de los conocimientos construidos en las situaciones de instrucción.

Según Ausubel (2000), el aprendizaje significativo es un proceso que ocurre cuando una nueva información se relaciona con algún aspecto relevante de la estructura de conocimiento de la persona; luego, aquella interactúa con otra ya existente en la estructura cognitiva, a la que Ausubel denomina "inclusores".

Según el mismo autor, en el proceso de enseñanza y aprendizaje los significados producidos son clasificados de acuerdo con las formas de aprendizaje tales como subordinados, supraordenados y combinatorios. Los primeros ocurren cuando una nueva información más específica interactúa con otra más general existente en la estructura de conocimiento. En esa interacción entre los conceptos nuevos aprendidos y los ya existentes, hay una diferenciación de los más generales

para los más específicos y ocurren nuevas significaciones. Siendo así, conforme Ausubel (2000), en la subordinación ocurre el proceso de *diferenciación progresiva*, en el cual las ideas aprendidas recientemente se van haciendo más diferenciadas y específicas.

Los significados supraordenados ocurren cuando un concepto más general es adquirido a partir de otros más específicos (Moreira, 1997). En este caso, el alumno aprende una nueva proposición más inclusiva a la cual se pueden subordinar varias ideas menos inclusivas ya existentes en la estructura de conocimiento. Además de esas dos formas, subordinada y supraordenada, hay también una tercera denominada significados combinatorios, que surge cuando la relación no es con conceptos existentes en la estructura cognoscitiva, por el contrario, las nuevas informaciones se relacionan con la estructura cognitiva de modo general y no con conceptos específicos (Moreira, 1995).

Ausubel (2000) señala que para verificarse la ocurrencia del aprendizaje significativo es necesario que el estudiante consiga transferir los conocimientos a nuevas situaciones, en otro contexto diferente de aquel en que fue adquirido (Moreira y Masini, 1982). Por lo tanto, un aspecto a ser considerado sobre la evidencia del aprendizaje significativo es respecto a la aplicación en nuevas actividades de enseñanza relativas al mismo contenido.

Procedimientos Metodológicos

El estudio completo fue realizado con siete estudiantes de una escuela pública central de Londrina (PR), Brasil, para que fuera posible estudiar detalladamente y en profundidad los significados elaborados por ellos durante la actividad. En este artículo presentamos los resultados obtenidos sólo con el estudiante identificado como alumno 1. Se trata de un estudio de caso realizado con un estudiante de sexto grado de la Enseñanza Fundamental de once años de edad, que aún no había tenido acceso formal al contenido de fotosíntesis. En la realización del estudio, desarrollamos una actividad investigativa en tres encuentros, una vez por semana, durante una hora con siete alumnos de una sala.

Para su concreción fueron observados los principios de la investigación de acuerdo con Carvalho (2006) como, por ejemplo, presentación del problema a ser investigado, emisión de hipótesis por los alumnos, resolución del problema, apuntes de datos cuando se consideró necesario, conclusión y divulgación de los resultados de la actividad. Para cada una de ellas hubo varios encuentros realizados con los alumnos y la profesora/investigadora. Durante el estudio, se observaron las características indicadas por NRC para las actividades de investigación (Bybee, 2006).

En la actividad investigativa se utilizaron dos plantas: una en la luz y otra en la oscuridad para que los alumnos percibiesen la importancia de la luz solar para la supervivencia. El problema presentado a los estudiantes fue: "*¿La planta conseguirá vivir en un lugar totalmente oscuro? ¿Por qué?*". El objetivo de este problema fue hacer que los alumnos percibieran la necesidad de la luz para la supervivencia de las plantas. Ellos elaboraron sus hipótesis y las anotaron, evidenciándose sus conocimientos previos. Acompañaron el crecimiento de las plantas durante quince días. Registraron dos veces las condiciones en las se

encontraban, es decir, cómo se presentaban en presencia y ausencia de luz. Para la realización de esta actividad, fueron necesarios tres encuentros. En el segundo, realizado tras una semana, presentamos a los alumnos un texto explicativo de fotosíntesis⁶, con lenguaje propio para el período de escolaridad en cuestión. Enseguida, les pedimos que relataran por escrito lo que entendieron sobre el texto, resaltando los elementos necesarios para la realización de la fotosíntesis y los resultados. En el texto, había una pequeña imagen de la cadena alimentaria para explicar la importancia de la planta como productora de materia orgánica.

A continuación, le entregamos a cada alumno una figura⁷ representativa de una planta realizando fotosíntesis. En la imagen se encontraban los elementos necesarios para el proceso de la fotosíntesis y aquellos producidos por la planta en dicho proceso. En la figura, no aparecía la clorofila. El texto suministró a los alumnos información suficiente para entender el problema planteado y posibilitó la conexión de sus ideas con el conocimiento científico, conforme la propuesta del NRC (Bybee, 2006). Tras la observación de la figura, los alumnos tenían que producir también un texto, exponiendo los significados de fotosíntesis elaborados a partir de dicha figura. En el tercer encuentro, tras una semana, los estudiantes hicieron observaciones de las plantas y finalizaron la actividad representando a través de dibujos y por escrito lo que ocurrió con las dos plantas, elaborando así una conclusión.

Para verificar la transferencia de los significados obtenidos en la actividad investigativa para nuevas situaciones, conforme Ausubel (2000), un mes después del término de la actividad investigativa, los alumnos participaron de una evaluación en la que miraron un video sobre la extinción de los dinosaurios y enseguida respondieron individualmente a las siguientes cuestiones:

1) El video presentado muestra la extinción de los dinosaurios, tanto de los carnívoros como de los herbívoros, basado en la teoría sobre la caída de un meteoro en la Tierra. En ella se sostiene que con la caída se formó en la atmósfera una gran nube de gas y polvo impidiendo la entrada de la luz del sol por algunos años. Por eso, las plantas fueron los primeros seres afectados por la ausencia de luz y enseguida las especies de animales. Basado en la teoría presentada en el video, responda:

a) ¿Cómo sería posible que la ausencia de luz del sol provocase la destrucción tanto de los dinosaurios herbívoros y de los carnívoros, como de otras especies de seres vivos?

b) En un ambiente con ausencia de luz, las plantas serían las primeras afectadas. ¿Es correcta esta afirmación? ¿Por qué?

Como se relató anteriormente, el objetivo de la realización de esa actividad fue verificar la transferencia de los significados obtenidos en la actividad investigativa en situaciones formuladas de otra manera.

⁶ Página 36 del libro de texto: Cruz, J.L.C (2006). *Projeto Araribá*. São Paulo.

⁷ <http://www.centrodeatividades.com/2010/09/esquema-da-fotosintese.html>

Para finalizar, con el objeto de verificar la comprensión sobre el rol de la planta en la cadena alimentaria se entrevistó al alumno, quien habló sobre los elementos utilizados por la planta, tanto en la realización de la fotosíntesis como a sus productos y algunos aspectos relativos a la cadena alimentaria.

Los conocimientos previos del estudiante fueron registrados en diferentes momentos del desarrollo de la actividad, como por ejemplo, en la emisión de las hipótesis y en la interacción discursiva inicial que antecedió la presentación del problema.

Los significados elaborados por el alumno durante la actividad investigativa, en la evaluación y en la entrevista, fueron organizados de acuerdo con las formas de aprendizaje significativo propuesto por Ausubel (2000), en supraordenados, subordinados y combinatorios. Respecto a los primeros, tomamos por base la necesidad de luz para la planta por estar de acuerdo con los documentos oficiales de enseñanza y con el conocimiento científico. Para los subordinados, establecemos el concepto de fotosíntesis y, para los significados combinatorios, las relaciones establecidas entre fotosíntesis, respiración y nutrición de la planta. Representamos con flechas los significados que fueron elaborados y diferenciados a lo largo de las actividades (investigativa y evaluación y la entrevista).

Resultados Y Discusiones

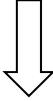
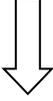
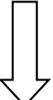
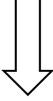
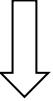
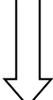
Como se expuso anteriormente, en este artículo se presentan los resultados obtenidos por el alumno 1. En el análisis se relacionan los conocimientos previos del estudiante, los significados obtenidos durante la actividad investigativa y posteriormente en la evaluativa. A continuación, se presentan los conocimientos previos del alumno evidenciados durante la elaboración de la hipótesis e interacción discursiva entre profesora/investigadora y alumnos.

Conocimientos previos establecidos en la estructura cognoscitiva relativos a la actividad desarrollada.

- El sol sirve para ayudar a hacer fotosíntesis. Si ella no se realizara, no habría oxígeno para respirar.
- Una planta sin luz no vive porque no consigue respirar gas carbónico y emitir el oxígeno.
- Una planta en la claridad va a sobrevivir mucho tiempo, respirar gas carbónico y emitir oxígeno.
- La cadena alimentaria debería comenzar con microorganismos porque ellos producen nutrientes para la planta.

Organización jerárquica de los significados establecidos en la estructura cognoscitiva del alumno resultante de la actividad investigativa

Tabla 1: Significados elaborados a partir de la actividad investigativa

<p>Significados</p> <p>Supraordenados (importancia de la luz del sol)</p>	<p>Subordinado</p> <p>(Fotosíntesis)</p>	<p>Combinatorios</p> <p>(Fotosíntesis, respiración, nutrición)</p>
<ul style="list-style-type: none"> El sol produce energía, pero sólo un poco llega a la Tierra  <p>Sin la luz del sol los humanos no consiguen mantener la temperatura del cuerpo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Una planta no vive en la oscuridad porque no consigue respirar CO₂ y emitir O₂  <p>El gas carbónico es un aire contaminado.</p> <ul style="list-style-type: none"> Para hacer fotosíntesis las plantas necesitan la luz del sol, y el gas carbónico.  <p>Las plantas necesitan la clorofila</p>  <p>La clorofila queda en las hojas</p> <ul style="list-style-type: none"> Productos de la fotosíntesis: oxígeno y glucosa  <p>La glucosa queda en la rama de las plantas va al suelo para que la planta la use</p>	<p>En la fotosíntesis la planta respira el gas carbónico y emite el oxígeno.</p> <p>La planta consigue vivir en la tierra porque respira el O₂ y emite el CO₂. Consigue hacer la fotosíntesis porque respiró CO₂ y emitió O₂.</p> <ul style="list-style-type: none"> La glucosa que tiene en las ramas va al suelo.  <p>En el suelo las plantas succionan por las raíces, agua, glucosa y sales minerales.</p> <p>Las sales minerales son provenientes de los microorganismos.</p>

El alumno presenta significados supraordenados relativos a la necesidad de luz para la supervivencia de las plantas. La concepción de que la luz es necesaria para la fotosíntesis ya había sido identificada en los conocimientos previos del alumno. Sin embargo, con las actividades investigativas fue posible comprobar la atribución de los significados en cuanto a que solamente parte de la energía luminosa llega a la Tierra.

En los clasificados como subordinados, en relación a la fotosíntesis, se verifica que algunos conceptos se hicieron más específicos como aquellos referidos al gas carbónico, cuando, por ejemplo, el alumno lo caracteriza como "aire contaminado". Respecto a la clorofila, se verifica cuando establece la relación subordinada de que las plantas la necesitan, de que este pigmento queda en las hojas y también que las hojas coloridas presentan clorofila. Lo mismo ocurrió para el concepto de glucosa, cuando el alumno afirma tratarse de un producto de la fotosíntesis y que queda en el suelo para que la planta la use. Este significado incoherente con el conocimiento científico, elaborado por el alumno, posiblemente proviene de la observación de la figura de fotosíntesis, en la que hay indicación de flechas partiendo de la glucosa en dirección al suelo, lo que resultó en una comprensión equivocada por parte del alumno, quien entendió que la glucosa debe bajar al suelo para ser absorbida por la planta.

El estudiante estableció significados combinatorios entre la fotosíntesis y la respiración de la planta, aunque tal relación no esté totalmente de acuerdo con el conocimiento científico. En cuanto a la nutrición, se observó que el alumno expresó aspectos científicamente coherentes con la nutrición inorgánica, pero no fue así en relación a la orgánica, tal como se discutió anteriormente.

En la actividad investigativa, percibimos que mientras el alumno las realizaba, los significados clasificados como subordinados se fueron haciendo más específicos, siendo posible verificar la *diferenciación progresiva*. Podemos ejemplificar cuando el estudiante afirma que la planta no vive en la oscuridad porque no podría respirar el gas carbónico; después esos significados se diferencian aun más cuando considera que el carbónico es un gas contaminado. Aquí verificamos que el alumno mantuvo los mismos significados, ya identificados en la estructura cognoscitiva, de que el gas carbónico es necesario para la respiración de las plantas. Se verifica que esta idea no fue modificada por las actividades realizadas. Tampoco hubo modificaciones cuando el estudiante afirmó que la planta necesita la luz del sol para hacer la fotosíntesis, pues ese entendimiento ya estaba presente en su estructura cognoscitiva, antes de la aplicación de las actividades. El alumno atribuyó correctamente significado a la glucosa y al oxígeno como productos de la fotosíntesis.

El significado de que la glucosa baja hasta el suelo para ser absorbido por la planta permaneció durante todo el desarrollo de la investigación, lo que fue posteriormente comprobado en los resultados de la entrevista. Consideramos que el alumno estableció conexiones relacionando la información presentada en la imagen con el texto explicativo sobre fotosíntesis, pero ellas no fueron coherentes con el conocimiento científico. Sin embargo, los significados sobre la glucosa se mostraron bastante estables en su estructura de conocimiento. Conforme Ausubel (2000), los significados nuevos que surgen como resultado de la interacción del material de

aprendizaje con las ideas relevantes ya existentes en la estructura cognoscitiva, se almacenan y se hacen estables.

Significados establecidos en la actividad de evaluación y entrevista

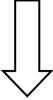
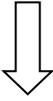
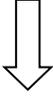
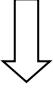
Los significados supraordenados de las actividades de evaluación fueron enriquecidos en relación a los presentados por las investigativas.

El alumno relacionó la luz del sol con la necesidad de supervivencia de los demás seres vivos de la Tierra, como por ejemplo, los animales herbívoros y también con la necesidad de la fotosíntesis para que la planta respire. Eso demuestra la incompreensión del alumno sobre aquel concepto y el de respiración.

En cuanto a los significados subordinados a la fotosíntesis, el alumno relacionó correctamente la ausencia de la clorofila en los animales con el hecho de que no realizan ese proceso y los elementos necesarios para su realización.

La primera pregunta de la actividad de evaluación se refiere a la comprensión del rol de las plantas en la cadena alimentaria. El alumno presentó un significado coherente en cuanto a la presencia de la planta en función de su nivel trófico y su importancia para la alimentación de los herbívoros. Sin embargo, conforme los resultados de la entrevista, le faltó comprender que es la planta quien inicia la cadena alimentaria debido a la producción de materia orgánica. Para el estudiante, el alimento producido por la planta es el oxígeno. No hubo comprensión de que la glucosa es el nutriente producido por la planta ni producción de significados combinatorios entre aquella y la importancia de las plantas como base para la cadena alimentaria. Esta comprensión que envuelve los significados combinatorios es fundamental para el entendimiento del papel productor de la planta en la cadena alimentaria.

Tabla 2: significados elaborados en la actividad de evaluación

<p>Significados Supraordenados (la importancia de la luz del sol)</p>	<p>Subordinado (Fotosíntesis)</p>	<p>Combinatorios (Fotosíntesis, respiración, nutrición)</p>
<p>Sin la luz del sol los animales herbívoros morirían porque no tendrían plantas para comer</p> <p>Sin la luz del sol la planta no hace fotosíntesis para respirar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los animales no hacen fotosíntesis <p style="text-align: center;"></p> <p>Los animales no tienen clorofila</p> <ul style="list-style-type: none"> • La planta utiliza la luz del sol, gas carbónico, clorofila. <p style="text-align: center;"></p> <p>La planta produce oxígeno y glucosa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La planta respira gas carbónico de los gases contaminantes. <p>Usa el gas carbónico para hacer la fotosíntesis.</p> <p style="text-align: center;"></p> <p>La planta respira durante el día y la noche</p> <p style="text-align: center;"></p> <p>Para respirar la planta usa el gas carbónico y libera el oxígeno para respirar ella misma.</p> <p style="text-align: center;"></p> <p>El oxígeno es el alimento que la planta produce</p> <ul style="list-style-type: none"> • La cadena alimentaria comienza con la planta porque ella produce oxígeno. <p style="text-align: center;"></p> <p>Los herbívoros se alimentan de plantas, por eso, nadie puede vivir sin plantas.</p>

Siendo así, en los significados combinatorios obtenidos en la actividad de evaluación fue posible percibir también la relación entre fotosíntesis y nutrición de las plantas, principalmente cuando el alumno relaciona la producción de oxígeno en la fotosíntesis como su alimento. En este ejemplo es posible percibir la producción de significados combinatorios entre los conceptos de fotosíntesis y nutrición de las plantas, aunque entendido de modo equivocado al considerar el oxígeno como alimento. En cuanto al hecho de que las plantas sean productoras en la cadena alimentaria, el alumno entiende que los descomponedores deberían iniciar la cadena porque son los responsables de la descomposición, conforme las concepciones previas del estudiante. Sin embargo, esa concepción no fue identificada nuevamente en el transcurso de las actividades de evaluación, por el contrario, en la entrevista el alumno afirma que la planta es la productora en la cadena trófica, porque produce alimento (el oxígeno). Consideramos que la actividad investigativa, en la cual también fue utilizado un texto y una figura de fotosíntesis, proporcionó la reorganización en la estructura cognoscitiva del alumno en cuanto a la relación establecida entre cadena alimentaria, microorganismos y plantas.

Consideraciones Finales

La fotosíntesis es un contenido de difícil comprensión para los alumnos quienes producen muchos significados confusos y equivocados sobre este asunto. Nuestro estudio señaló que los significados evidenciados en la estructura cognoscitiva del alumno 1, concuerdan con aquellos señalados por las investigaciones de Charrier (2006).

La actividad de investigación favoreció la construcción de algunos significados coherentes con el conocimiento científico, sin embargo, fue posible percibir que la lectura de texto e imagen, las cuales fueron utilizadas en la actividad de investigación, puede favorecer la construcción de significados erróneos por los estudiantes, como ha sido verificado en la situación en que el alumno presenta el entendimiento de que la glucosa baja al suelo para ser posteriormente reabsorbida por la planta. Se observó que este significado se mantuvo estable en su estructura cognoscitiva inclusive en la entrevista realizada al final de nuestra investigación.

Un aspecto importante resaltado en nuestro estudio fue la diferenciación que algunos significados presentaron en el transcurso de ambas actividades, además de señalar la posible organización jerárquica que los significados de fotosíntesis adquirieron en la estructura cognoscitiva del alumno.

Referencias Bibliográficas

- Ausubel, D.; Novak, J. y Hanesian, H. 1980. *Psicología Educativa*, Rio de Janeiro: Interamericana.
- Ausubel, D. 2000. *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano.
- Bybee, R.W. 2006. Scientific inquiry and science teaching. En L. B. Flick y N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science implications for teaching, learning, and teacher education*. Dordrecht: Springer.

- Coll, C. 2002. *Aprendizagem escolar e construção do conhecimento*. Porto Alegre: Artmed.
- Carvalho, A.M.P. 2006. Las prácticas experimentales en el proceso de enculturación científica. En: Quintanilla Gatica, M.; Adúriz-Bravo, A. (Ed). *Enseñar ciencias en el Nuevo milenio: retos e propuestas*. Santiago: Universidad Católica de Chile.
- Charrier, M., Pedro, M.C.; Maximo, R.V. 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 da la nutrición de las plantas. *Enseñanza de las ciencias*, 24(3): 401-410.
- Jaipal, K. 2009. Meaning making through multiple modalities in biology classroom: A multimodal semiotics discourse analysis. *Science Education*, 94 (1): 48-72
- Mayer, R.E. 2005. Cognitive theory of multimedia learning, En: Mayer, R.E. *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge University Press.
- Moreira, M. A. y Masini, E.F.S. 1982. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes.
- National Research Council. 2000. *Inquiry and the national science education standards: a guide for teaching and learning*. United States of America: Committee on the Development of an Addendum to the National Science Education Standards on Scientific.
- Sá Ferreira de, E. 2009. *Discursos de professores sobre ensino de Ciências por Investigação*. Tese de Doutorado. Belo Horizonte: UFMG/FAE.
- Souza, S.C y Almeida, M.J.P.M. 2002. A fotossíntese no ensino fundamental: compreendendo a interpretação dos alunos. *Ciência & Educação*, 8 (1): 97-111.
- Zompero, A. F. y Laburú, C.E. 2011. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências*, 13 (3): 67-80.