

El cambio conceptual en dinámicas de aprendizaje que incluye el museo de ciencias como recurso educativo

Conceptual change in learning dynamics which includes the Science Museum as an educational resource

Carlos Mario Vanegas Ortega, cmariov@gmail.com
Olga Lidia Malvaez Sánchez, malvaez30@gmail.com
Carol Lindy Joglar Campos, carol_favaro@hotmail.com

Grupo CiEs - Universidad Central de Chile

Resumen

Esta investigación pretende, desde la perspectiva sociocultural de aprendizaje y ubicados en un contexto de educación formal, analizar cómo cambian las componentes de la ecología conceptual individual de cuatro estudiantes de quinto grado de básica primaria, en dinámicas de aprendizaje que incluyen al museo de ciencias como recurso educativo. Los resultados muestran que los estudiantes realizan reestructuraciones categóricas y cambios en sus supuestos subyacentes en virtud de modificaciones en sus habilidades para resolver problemas y en el uso de técnicas de representación, lenguaje y procedimientos propios de los expertos y, además, realizan reflexiones con respecto a sus propias creencias y compromisos epistemológicos. Por supuesto, asumiendo la ecología como una supra-estructura intelectual, las componentes encontradas no son iguales en cada caso, ni los cambios descritos se dan por procesos idénticos.

Palabras claves: Relación Museo-Escuela, Cambio Conceptual, Enseñanza de la Física, Ecología conceptual individual.

Abstract

This research aims, from socio-cultural learning and placed in a context of formal education, to analyze how changing the components of the individual conceptual ecology of four fifth-grade students of primary age in learning dynamics, including the Museum of science as an educational resource. The results show that students perform categorical restructuring and changes in underlying assumptions in accordance with changes in their skills to solve problems and use of techniques of representation, language and procedures of the experts and, besides, they do reflections about their own beliefs and epistemological commitments. Of course, assuming ecology as an intellectual structure, the components found are not the same in each case, neither the changes described are given by identical processes.

Keywords: Museum-School Relations, Conceptual Change, Physics Education, individual conceptual ecology.

Introducción

Durante los últimos veinticinco años, tanto desde la psicología cognitiva, la psicología del desarrollo, la filosofía de las ciencias y desde el estudio de la didáctica de las ciencias, se han realizado diversos trabajos centrados en la descripción y análisis del cambio conceptual. Este campo de investigación aborda el estudio de las concepciones acerca de diversos aspectos del mundo que nos rodea: las concepciones acerca de la luz, la flotación, la gravedad, la rotación

de la tierra, la justicia, la moral, por señalar algunos ejemplos; las cuales se articulan y organizan en forma de teorías personales que pueden experimentar un proceso de cambio por enriquecimiento, reelaboración, revisión o reestructuración. Así, el estudio del cambio conceptual analiza las concepciones previas de los sujetos sobre algún concepto de interés, para después examinar el proceso a través del cual éstas varían o se reestructuran.

El trabajo que estamos presentando se centra en el estudio de la ecología conceptual individual y las interacciones que se dan en forma grupal, que operan en un contexto físico como el museo, más concretamente, de ciencias naturales desde la educación formal. Para ello abordaremos, desde una perspectiva de cambio conceptual, el estudio de cuatro casos en profundidad.

Problematización

Según Mendoza (1997), poco se ha estudiado la dialéctica de los componentes de la ecología de los estudiantes teniendo en cuenta la teoría de cambio conceptual y utilizando el museo de ciencias como herramienta pedagógica respecto a los fenómenos de la luz.

Gran parte de lo publicado se compone de descripciones de intervenciones en el aula o que se limita a enlistar las concepciones alternativas de los niños con respecto a la luz (Mendoza, 1997; Bendall, 1993; Fetherstonhaugh, 1992; Guesne, 1992). Sobre las componentes de la ecología conceptual, es importante señalar que se han incorporado a este debate las anomalías con los objetos y los acontecimientos, o un comportamiento inesperado, de los fenómenos naturales (Watson y Konicek, 1990); los compromisos epistemológicos que llevan a conclusiones generalizables, en lugar de conclusiones que se aplican a cada caso, las creencias metafísicas y conceptos.

Otros componentes conceptuales de la ecología, como las analogías, metáforas, ejemplos, y las imágenes, son relativamente fáciles de identificar en las conversaciones entre los estudiantes y profesores. Por ejemplo, en la investigación llevada a cabo por Brown y Clemente (1992), se usaron las analogías para facilitar el cambio conceptual. Estos investigadores escribieron sobre el valor de la utilización de analogías por parte de los profesores para posibilitar el aprendizaje de los estudiantes.

Por otro lado, la literatura sobre aprendizaje de ciencias en contextos educativos informales (museos, centros de ciencia, entre otros) es cuantiosa, pero pocos estudios relacionan esas experiencias con los procesos de aprendizaje por cambio conceptual (Vásquez y Manassero, 2007). Las afirmaciones acerca de la eficacia de los métodos recomendados, casi no se respaldan en estudios sistemáticos sobre qué aprender y cuánto se aprendió. Además, algunas de las investigaciones realizadas en el campo de la didáctica de las ciencias, y que fueron seleccionadas como fuentes de información para la investigación sobre cambio conceptual, muestran escasos aportes teóricos con respecto al concepto de ecología conceptual (Mejía, 2006). Esto se constituye en una limitante para el desarrollo de la teoría del cambio conceptual.

La importancia de ésta investigación se justifica por la formulación de la problemática dentro de la agenda de investigación en la teoría de cambio conceptual, por las pocas investigaciones realizadas por la comunidad internacional y que tienen relación directa con los componentes de ecología conceptual, que emergen en ambientes informales pero teniendo en cuenta lo formal (el currículo) y por su aporte en la ampliación de la teoría, a través de la articulación con otros campos del conocimiento. Se posibilita además, el desarrollo de futuras

investigaciones en la aplicación de la teoría a contextos educativos tanto formales como no formales.

Atendiendo a lo anterior, surge la siguiente pregunta de investigación: *Desde la perspectiva sociocultural de aprendizaje y ubicados en un contexto de educación formal, ¿cómo cambian las componentes de la ecología conceptual individual de cuatro estudiantes, en dinámicas de aprendizaje que incluyen al museo de ciencias como recurso educativo?*

Marco teórico

El marco teórico está constituido por siete numerales relacionados con las cuestiones teóricas de gran relevancia para la fundamentación de nuestro trabajo. Primero, un recorrido de la teoría de cambio conceptual por la base filosófica de la ciencia.

Segundo, la teoría de cambio conceptual propuesta por Posner, Strike, Hewson y Gertzog en el año 1982, su correspondiente revisión y ampliación en el año 1985 y 1992 por parte de Strike y Posner. Este modelo surge cuando, al analizar la literatura sobre las concepciones alternativas, los autores toman conciencia de que no existe un modelo adecuado para explicar el cambio en dichas nociones. Para subsanar esta deficiencia, elaboran los fundamentos conceptuales de su propuesta de cambio conceptual, basándose principalmente en los aportes proporcionados por la historia y la filosofía de las ciencias a partir de las teorías que sobre el progreso científico han planteado epistemólogos como Kuhn y Lakatos. Posteriormente, Kelly (1997) logra caracterizar el campo de investigación de cambio conceptual, que se fundamenta en los desarrollos de la historia y filosofía de las ciencias, en términos de un programa de Investigación lakatosiano (Lakatos, 1978), con el fin de diferenciarlo de la corriente de cambio conceptual que se fundamenta en los desarrollos de la ciencia y psicología cognitiva.

Tercero, la importante evolución histórica que ha tenido el concepto de ecología conceptual derivados de los aportes de la psicología cognitiva. De las condiciones para el cambio conceptual, se deriva que éste ocurre porque hay una concepción previa que, dentro de un entorno conceptual, funciona como medio de interpretación y explicación de cierta clase de problemas, procesos o fenómenos. Así, las concepciones no son entidades aisladas, sino que están relacionadas de manera estrecha, pero también con otros aspectos cognitivos, no siempre claros y conscientes, pero que determinan el contexto o entorno en el cual las ideas cobran sentido. Strike y Posner (1982) proponen que este entorno cognitivo no es solamente un factor donde las concepciones se ubican, sino que es, también, un factor que se transforma con el cambio conceptual. A este entorno Strike y Posner (1982) lo denominan “ecología conceptual”, con lo cual denotan la estrecha interdependencia entre todos los factores conceptuales y cognitivos (Bello, 2004).

El concepto de ecología conceptual¹ reviste gran importancia para la teoría de cambio conceptual, en el ámbito de la didáctica de las ciencias. Este concepto se comprende en términos de los componentes, de los que hacen parte: anomalías, analogías, metáforas, compromisos epistemológicos, creencias metafísicas, otros conocimientos (Posner et al, 1982) ejemplares e imágenes, experiencia pasada (Strike y Posner, 1992), motivos, metas y contexto social e institucional (Strike y Posner, 1992). Como se aprecia, a medida que se elabora la

1 Según Mejía (2006), el concepto de ecología conceptual, en su historicidad devela una actividad dinámica y cambiante lo que permite una elaboración permanente de sus componentes y una visibilización de las relaciones posibles entre sus partes. Desde esta perspectiva, el concepto de ecología conceptual no es el resultado de una construcción teórica, producida en un tiempo y lugar determinados, tampoco es una construcción surcada por continuidades o adiciones, por el contrario, es una construcción teórica que emerge, se despliega y se elabora.

teoría del cambio conceptual se consideran otros factores o componentes a la ecología conceptual, lo que da cuenta de un mayor grado de complejidad en las relaciones que se establecen entre sus componentes.

Para algunos autores (Chi et al, 1994; Vosniadou y Brewer, 1994) de la psicología cognitiva existe una estructura conceptual en el campo de las representaciones, que es consistente con la teoría de cambio conceptual y a partir de la cual se puede explicar un fenómeno desde los compromisos ontológicos y epistemológicos.

Cuarto, desde la perspectiva sociocultural, se plantea y describe las relaciones que se dan en los grupos bajo los criterios de pertenencia, comunicación y participación (Mason, 2007). Y en el último numeral, se destaca la relación museo- escuela, los aportes que hace el museo a la educación formal, además se describe el modelo contextual de aprendizaje y la importancia del contexto físico para potenciar el aprendizaje.

Tomando como base el modelo contextual de aprendizaje, sus autores Falk y Dierking (2000) consideran que todo aprendizaje está situado dentro de una serie de contextos, es así como, aprender no es una experiencia abstracta que pueda ser aislada en un laboratorio, sino que es una experiencia integrada, que sucede y pasa en el mundo real. Todo aprendizaje es acumulativo, un proceso a largo plazo y no lineal, un proceso para buscar el sentido y encontrar conexiones. Lo que sabemos sobre una temática en particular, es una aglomeración de conocimiento construido a partir de una variedad de fuentes de información, escuela, periódicos, familia, programas de televisión, películas, observaciones en el mundo y también el museo. Particularmente, el museo es un espacio físico al que los visitantes deciden libremente entrar. Los autores (Falk y Dierking, 2000) señalan que el contexto físico incluye, la arquitectura, los objetos y los servicios contenidos en el edificio. Lo que el visitante recuerda, su comportamiento, los puntos en los que fija su atención están fuertemente influenciados por el contexto físico.

Metodología

Se trata de una investigación cualitativa de alcance explicativo, ya que se quiere ir más allá de la descripción o del establecimiento de relaciones; el enfoque es no experimental con un diseño longitudinal de panel, para lo cual consideramos que el estudio de caso múltiple nos ofrece una perspectiva de trabajo coherente con los objetivos que nos hemos propuesto alcanzar en la investigación. Por su naturaleza, el estudio de caso múltiple hace posible una visión profunda, amplia e integrada de una unidad compleja, la ecología conceptual individual.

El trabajo fue realizado con un grupo de cuatro niños del grado quinto (10 y 12 años) de la educación básica primaria de la Institución Educativa Ciudadela las Américas de la ciudad de Medellín-Colombia, con el fin de analizar los cambios en las componentes de las ecologías individuales, haciendo uso de las actividades de una unidad didáctica sobre los fenómenos de reflexión y dispersión de la luz, en la Sala Galileo Interactiva del Museo Universitario de la Universidad de Antioquia.

Para caracterizar el contexto físico de la Sala Galileo, que es el primer objetivo de esta investigación, se usaron las notas de campo tomadas en las reuniones con el personal del departamento de comunicaciones del museo, los artículos del Boletín Científico y Cultural del Museo, así como de las visitas guiadas en compañía del profesor Guillermo Pineda, a quien también se le entrevistó.

Se creó una base de datos por medio de estrategias de selección secuencial de videos que recogen 16 horas de trabajo grupal en el museo, se realizó la búsqueda de episodios donde se detectaran prácticas sociales que dieran cuenta de los criterios de participación, comunicación y pertenencia al grupo, es decir, un análisis secuencial que hiciera visibles los cambios en el tiempo de cada estudiante dentro del grupo, y permitiera describir cómo entraban en juego las componentes de la ecología conceptual individual, dando así cumplimiento con el segundo objetivo.

Seguidamente, se utilizaron los resultados de una entrevista clínica aplicada a cada niño antes, durante y después del trabajo grupal en la Sala Galileo Interactiva. Para dar cuenta del tercer objetivo, se diseñaron matrices a fin de caracterizar cómo ante una misma pregunta, con el tiempo, se cambia de una a otra componente, surgen nuevas componentes o cambia la configuración de una misma componente al dar explicaciones a la situación planteada.

Para el último objetivo, se retomaron los resultados del análisis grupal e individual y se hizo un rastreo de los momentos en los que las componentes de la ecología individual de los niños, estuvieron en función de los elementos de la Sala Galileo Interactiva.

Resultados

Los resultados de las actividades desarrolladas por la estudiante 1 en las situaciones propuestas, permiten afirmar que en este caso hubo participación efectiva y comunicación articulada con los compañeros, lo que le da sentido a su pertenencia al grupo a partir de sus prácticas discursivas y estructuras simbólicas. Por otro lado, esto permitió señalar que emergieron algunos compromisos epistemológicos, creencias y conceptos metafísicos, analogías y metáforas, ejemplares e imágenes, otros conocimientos y compromisos ontológicos, y además, cómo cambiaron algunos de estos componentes de la ecología conceptual individual de dicha estudiante.

Por otro lado, las entrevistas clínicas muestran cambios progresivos en los compromisos epistemológicos con respecto a la luz: La estudiante 1 pasa de una etapa inicial donde considera que la luz está hecha de materia y tiene la capacidad de llenar los espacios, o que está ubicada en una fuente u objeto, a caracterizarla como una entidad que viaja en el espacio proveniente de diferentes fuentes, y presenta los fenómenos de reflexión y dispersión. Esto se vio acompañado de cambios ontológicos de la categoría materia, para asumir la categoría de proceso, donde se interpretan los fenómenos de reflexión y dispersión de la luz a partir de relaciones complejas que forman parte de un sistema de conocimientos.

Así mismo, en este mismo caso, desaparecieron las creencias metafísicas relacionadas con la función de la luz y los dones de Dios; se crearon anomalías con respecto a la forma como se producen las sombras y la relación del sol y la lluvia en la formación del arcoíris, como se observa en la última entrevista.

Los elementos del montaje de la dispersión de la luz de la Sala Galileo, se convirtieron en analogías y metáforas para explicar los elementos que dan lugar a la formación natural del arcoíris. Además, varios de los montajes de la sala se transformaron en ejemplares e imágenes que sirvieron como esquemas previamente construidos para asociar los fenómenos de la luz. Finalmente, encontramos una experiencia pasada que compitió constantemente con las nuevas ideas, la relación entre la energía eléctrica y las fuentes de luz.

El análisis del estudiante 2 en el grupo también ha permitido determinar las características de algunos de los componentes de la ecología conceptual individual (compromisos epistemológicos, creencias y conceptos metafísicos, anomalías, analogías y metáforas, ejemplares e imágenes y compromisos ontológicos), además de algunos cambios en éstas. Al mismo tiempo, se referenció su participación en la actividades durante todo el proceso que fue reconocida por sus compañeros, y sus prácticas discursivas fueron atendidas por el colectivo, bien fuera para aprobarlas o discutir las.

Las entrevistas clínicas revelaron cambios ontológicos de materia que fueron transformándose en procesos articulados que permitieron interpretar los fenómenos de la reflexión y dispersión de la luz. Esto iba de la mano con los cambios en los compromisos epistemológicos, donde se consideraba que la luz se encontraba en los objetos o en las fuentes de luz, pero las explicaciones de la última entrevista asignaron a este concepto, características de invisibilidad, velocidad y fenómenos como la reflexión y la dispersión.

Aparecieron muchas creencias y conceptos metafísicos donde se asumía que la función de la luz es alumbrarnos para que podamos trabajar, conseguir los alimentos y diferenciar el día de la noche; además, el estudiante creía que el sol es el principal astro del universo y que Dios es quien saca el sol y las gotas de lluvia para crear el arcoíris. Estas formas de explicar la naturaleza misma del conocimiento, fueron reemplazadas progresivamente como lo muestran las entrevistas, por argumentos asociados a las formas epistemológicas de conceptualizar alrededor de la luz y sus fenómenos.

Este niño tuvo anomalías al principio sobre la relación entre el sol, las gotas de lluvia y la formación del arcoíris, así como en las razones por las que vemos los objetos. Sin embargo, la construcción de analogías, metáforas, ejemplares e imágenes con los montajes de la Sala Galileo Interactiva, permitieron cambiar el discurso y las razones de fondo.

Las anomalías sobre la relación entre fuentes de luz y la energía eléctrica, también se presentaron en el caso del estudiante 2. Conjuntamente, se evidenció la componente de otros conocimientos, cuando relacionó los movimientos de la Tierra con los periodos del día y la noche.

En el caso de la estudiante 3, pudimos señalar el incremento en la participación discursiva, lo que le ha generado progresivamente conectarse al discurso grupal, y al final se reseña que su disciplina, atención y trato con los demás es lo que la ha llevado a ganarse la pertenencia al grupo. En coherencia con lo anterior, las actividades realizadas en el contexto grupal han influido para que surjan cambios en los compromisos epistemológicos, las anomalías, las analogías y metáforas, los ejemplares e imágenes y los compromisos ontológicos.

Las entrevistas revelan que hay cambios epistemológicos similares a los del estudiante 2, pero con evoluciones diferentes en los compromisos ontológicos. Esta niña deja ver en las dos primeras entrevistas, una categoría ontológica de materia para las explicaciones de la reflexión y dispersión de la luz, además de una categoría de estado mental muy marcada en sus historias y explicaciones. En la tercera entrevista, sin dejar de un lado las emociones e intenciones, se ubica en la categoría de proceso, interpretando ambos fenómenos desde relaciones conceptuales complejas.

Se encontraron las creencias metafísicas de que la luz alumbramos y por tanto garantiza la visión, además de que la visión es posible gracias a los órganos dados por Dios. Sin embargo, la niña

articula un metafórico discurso en el que ella misma propone el cambio de lo metafísico a lo epistemológico.

La componente de las anomalías fue registrada en varias ocasiones durante la primera y segunda entrevista, pero al preguntársele sobre estos mismos asuntos (la relación entre la luz y algunas fuentes, la luz en el espacio, la propagación de la luz, la formación del arcoíris y la producción de imágenes en un espejo), en la última entrevista presentó justificaciones mediante compromisos ontológicos y epistemológicos. De manera similar a los anteriores casos, se encontró la experiencia anterior con respecto a la energía eléctrica; además, surgieron las analogías, metáforas, ejemplares e imágenes a partir del montaje de la dispersión de la luz.

El caso del estudiante 4 ha permitido analizar cómo emergen en su discurso algunas de las componentes de la ecología conceptual: compromisos epistemológicos, creencias y conceptos metafísicos, ejemplares e imágenes y compromisos ontológicos. Pero al mismo tiempo ha permitido observar, que la forma en que el individuo se sitúa en el contexto social, afecta la manera como se configuran las estructuras simbólicas. El estudiante en muchos casos se vio distraído en las actividades grupales, lo que le trajo consecuencias en la comunicación con sus compañeros, es decir, algunas de sus formas de razonar y actuar, no eran coherentes con las relaciones conceptuales instauradas en el discurso grupal.

Este último caso mantuvo durante casi toda la intervención los compromisos ontológicos en la categoría de materia, sólo en la última entrevista se observó la categoría de proceso pero de una forma diferente a la de sus compañeros, es decir, interpretó los fenómenos como una sucesión de hechos relacionados entre sí. Esto lleva implícito un cambio epistemológico en la forma de conceptualizar sobre la luz, pasando de una consideración que la ubica en los objetos, a una reestructuración que la ubica como una entidad en el espacio que proviene de muchas fuentes.

El discurso del estudiante 4 se tornó en muchas ocasiones desordenado, lo que hizo que aparecieran constantemente anomalías con respecto a la luz y la formación de sombras, la generación de luz, las relaciones conceptuales que se dan en los fenómenos de la luz. Sin embargo, el estudiante buscaba constantemente salidas de estas anomalías a través de ejemplares e imágenes que tomaba de su experiencia anterior o de los ejemplares e imágenes configurados a través de los diferentes montajes de la Sala Galileo Interactiva.

Conclusiones

Con todo lo anterior, se puede asegurar que desde la perspectiva sociocultural de aprendizaje y ubicados en un contexto de educación formal, hemos logrado identificar y describir cambios en las componentes de la ecología conceptual individual de los cuatro estudiantes en dinámicas de aprendizaje que incluyeron a la Sala Galileo Interactiva del Museo Universitario.

Los estudiantes realizaron reestructuraciones categóricas y cambios en sus supuestos subyacentes, en virtud del cambio en sus habilidades para resolver problemas y en el uso de técnicas de representación, lenguaje y procedimientos propios de dan por procesos idénticos.

Sin embargo, el contexto físico de la Sala Interactiva del Museo Universitario de la Universidad de Antioquia, contribuyó en la configuración de las componentes de la ecología

conceptual de los estudiantes, sobre todo, se halló evidencia de su influencia en las analogías, metáforas, ejemplares e imágenes.

Esto es un llamado a adoptar múltiples perspectivas de investigación del cambio conceptual en ambientes de aprendizaje tales como museos, los cuales ofrecen amplias oportunidades sociales por su conocimiento histórico, científico y artístico. Además, son lugares socioculturales donde las personas se reúnen para experimentar, explorar y ampliar sus formas de relacionarse con el conocimiento.

Mientras que para los alumnos, los montajes de los museos son objetos tangibles que ofrecen ejemplos de conceptos científicos, para el maestro, las interacciones, que incluyen tanto lo verbal como las acciones no verbales, sirven como motor para el análisis de la comprensión ontológica y epistemológica de los conceptos. Lo que ha resultado relevante en esta investigación, y que ha llevado a cumplir con los objetivos propuestos, es el aporte complementario entre la intervención didáctica y las interacciones sociales en las experiencias de aprendizaje en los museos.

Como recomendaciones, se plantean nuevas perspectivas de investigación derivadas de los resultados de este trabajo, un llamado a adoptar múltiples miradas del cambio conceptual en ambientes de aprendizaje tales como museos, los cuales ofrecen amplias oportunidades sociales por su patrimonio de carácter histórico, científico y artístico. Además, son lugares socioculturales donde las personas se reúnen para experimentar, explorar y ampliar sus formas de relacionarse con el conocimiento.

Referencias bibliográficas

- Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15(3), 210-217.
- Bendall, S. (1993) Perspective elementary teachers' prior knowledge about light. *Journal of research in science teaching*. 30 (9), 1169-1187
- Brown, D y Clement, J. (1992). Overcoming misconceptions via analogical reasoning: Abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional Science*, 18, 237-261
- Chi, M. T. H, Slotta, J. D., y De Leeuw, N. (1994). From things to process: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.
- Falk, J. y Dierking, L. (2000). Learning from museums. Walnut Creek: Altamira Press
- Fetherstonhaugh, T (1992). Students' understanding of light and its properties. Teaching to engender conceptual change. *Science Educational* 76 (6) 653-672
- Guesne, E (1992). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. España: Ediciones Morata.
- Kelly, G. y Crawford, T. (1997). *An ethnographic investigation of the discourse processes of school science*. Santa Barbara: Department of Education, University of California.
- Lákatos, I. (1978). *The Methodology of Scientific Research Programmes- Philosophical Papers*. Volumen I, Madrid: Cambridge University Press.
- Mason, L. (2007). Introduction: Bridging the Cognitive and Sociocultural Approaches in Research on Conceptual Change: Is it Feasible? Department of Developmental and Socialization. *Psychology University of Padua*.
- Mejía, L. (2006). Análisis del concepto de ecología conceptual. Una aproximación a la comprensión del aprendizaje como cambio conceptual. *Tesis de maestría Universidad De Antioquia, Colombia*
- Mendoza, A. y López, V. (1997). Conceptualización de la "luz" en niños de seis a nueve años. *Journal of Science Education*. 13-15.

- Posner, G. y Gertzog, W. (1982). The clinical interview and the measurement of conceptual change. *Science Education*. 66 (2), 195-209.
- Posner, G; Strike, K.; Hewson, P. y Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*. 66, 211-227.
- Strike, K y Posner, G. (1992). A Revisionist theory of Conceptual Change. *Duschl, R. y Hamilton, R. Philosophy of Science, Cognitive Psychology, and Educational Theory and Practice*. 147-176.
- Vázquez, Á. y Manassero, M. A. (2007). Las actividades extraescolares relacionadas con la ciencia y la tecnología. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*. 9 (1).
- Vosniadou, S. y Brewer, W., (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*.18, 23-183.
- Watson, B., y Konicek, R. (1990). Teaching for conceptual change: Confronting children's experience. *Phi Delta Kappan*, 71, 680-685.