

MODELO ESCOLAR DE ARRIBO DE FLUJO DE MATERIA Y ENERGÍA EN LOS ECOSISTEMAS: PARA ALUMNOS DE EDUCACIÓN PRIMARIA

MARTHA PATRICIA ALBARRÁN HERNÁNDEZ/ DIANA PATRICIA RODRÍGUEZ PINEDA
Universidad Pedagógica Nacional

RESUMEN: La línea de Educación en Ciencias de la Maestría en Desarrollo Educativo impartida en la Universidad Pedagógica Nacional, pretende que los maestrantes desarrollen proyectos de intervención por lo que la presente investigación se circunscribe en el ámbito del desarrollo curricular en el área específica de la didáctica de las ciencias.

Se presentan los avances del proyecto cuyos objetivos son: a) identificar el modelo escolar de arribo al que es pertinente que los alumnos de primaria se acerquen y; 2) diseñar una estrategia didáctica que les permita transitar de un modelo cognitivo inferido de las ideas previas reportadas en la literatura al modelo escolar de arribo que les permita dar explicaciones razonadas y argumentadas sobre el flujo de materia y energía que sea evolutivo y se acerque al propuesto por la ciencia erudita.

Con relación a lo anterior, el proyecto está sustentado en el planteamiento de López-Mota (2011) y; López-Mota y Rodríguez-Pineda (2013) quienes retoman los aportes del constructivismo y en particular de la ciencia cognitiva de Gire quien aborda la importancia de los modelos y de la modelización en el aprendizaje.

Los resultados esperados tienen dos finalidades: a) proporcionar a la comunidad de Educación en Ciencias el modelo escolar de arribo con el cual los alumnos podrían explicar las cadenas y tramas tróficas que representan el flujo de materia y energía en los ecosistemas y; b) contribuir al campo con una estrategia didáctica que permita mejorar los resultados educativos y que sea susceptible de ser implementada por otros docentes.

PALABRAS CLAVE: Educación Básica, Enseñanza de las Ciencias, Constructivismo, Modelo, Argumentación.

Introducción

En México, la política educativa nacional ha establecido la aplicación de pruebas estandarizadas con el objetivo de evaluar la calidad educativa. En este sentido, se han diseñado diferentes instrumentos entre los que se encuentra la prueba ENLACE que evalúa a los alumnos de educación básica anualmente y cuyos resultados permiten diagnosticar el nivel de aprendizaje. Los resultados obtenidos para el 2012 muestran que en la asignatura de Ciencias Naturales, el 68.6% de los alumnos se encuentran en los niveles de logro insuficiente y elemental y sólo el 31.4% se ubican en un nivel bueno y excelente (Secretaría de Educación Pública, 2012) esto indica que existen problemas de aprendizaje que requieren ser abordados a partir de un nuevo enfoque.

En el caso específico de las ideas previas sobre la ecología y en particular sobre el flujo de materia y energía, la investigación realizada por Leach, Driver, Scott y Wood Robinson en 1996 dan cuenta de lo siguiente: a) la visión que se tiene sobre las plantas es heterótrofa, no reconocen el rol de las plantas en el ciclo de la materia en los ecosistemas; b) ofrecen argumentos teleológicos con respecto al papel de las plantas en el ecosistema; c) piensan que los alimentos son usados en el proceso del crecimiento pero no reconocen las contribuciones de la materia que forma el cuerpo de los consumidores y; d) piensan que la materia desaparece durante el proceso de descomposición, no reconocen la existencia de organismos descomponedores.

La información expuesta en el párrafo anterior, permite identificar que los alumnos no reconocen la naturaleza del flujo de materia y energía en los ecosistemas, lo cual representa un problema de aprendizaje susceptible de ser atendido a partir del diseño, implementación y evaluación de una estrategia didáctica.

Con base en lo anterior, López-Mota (2011) y; López-Mota y Rodríguez-Pineda (2013) plantean que es necesario identificar el modelo al que esperamos que los alumnos se acerquen y tensionar el mismo con el modelo cognitivo inferido de las ideas previas reportadas en la literatura porque ello da claridad al proceso de intervención docente sobre los elementos que es necesario que posea el modelo explicativo que los alumnos deben construir.

Lo cual permite plantear las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuál es el modelo cognitivo que los alumnos tienen para explicar las cadenas tróficas? ¿Qué plantea el currículo oficial para que los alumnos expliquen las cadenas tróficas? ¿Cuál es el planteamiento que desde la ciencia se propone para explicar éste fenómeno? y ¿Cuál es el modelo escolar de arriba al que los alumnos deberían acercarse?

Referentes Teóricos

Los referentes teóricos que dan sustento a la investigación son los relativos a la didáctica de las ciencias y al desarrollo curricular, en el que se circunscriben el constructivismo, la modelización, las ideas previas, el currículo y la ecología como disciplina científica.

a) Constructivismo

El constructivismo es una corriente epistemológica y psicológica que se aplica en el campo de Educación en Ciencias, en el caso particular del constructivismo didáctico se toma en consideración cómo se genera la ciencia, cómo se aprende y cómo se enseña. Esta visión es influenciada por la psicología piagetiana, ausubeliana y vigotskiana.

Sus principales planteamientos radican en: a) los conceptos no se descubren, se construyen, las teorías científicas sirven para explicar la realidad, del mismo modo, el que aprende construye formas propias de ver y explicar el mundo; b) el aprendizaje es una consecuencia de una actividad mental y no de la acumulación de informaciones, estas son reinterpretadas y reelaboradas en función de los conocimientos previos; c) en la enseñanza, se deben proponer actividades que propicien el cambio o evolución hacia concepciones más acordes con la ciencia actual, para lo que un enfoque a partir de la modelización propicia la construcción sobre modelos explicativos de los fenómenos, los alumnos siguen dicho proceso a lo largo de la escolaridad y los modelos que construyen evolucionan con el tiempo (Sanmartí, 2002).

b) Modelización

Con respecto a la enseñanza de las ciencias, el paradigma actual, establece una conexión gradual entre los modelos teóricos propios de la ciencia y las representaciones mentales que los alumnos tienen sobre los fenómenos naturales (Chamizo & Márquez, 2006). De acuerdo con lo que plantea Driver, Squires y Wood-Robinson (2000) en sus investigaciones

sobre las ideas previas “La actividad principal de los científicos es evaluar cuál de entre dos o más modelos rivales encajan con la evidencia disponible y por lo tanto, cuál representa la explicación más convincente para determinado fenómeno del mundo”. Este mismo proceso ocurre durante el proceso de aprendizaje por lo que resulta importante enseñar con un enfoque relativo a los modelos y la modelización.

El empleo de modelos en el proceso de enseñanza y aprendizaje propician la elaboración de puentes entre la abstracción y la construcción de imágenes útiles en la educación (Caamaño, 2003 en Chamizo & Márquez, 2006). En este contexto, los planteamientos de Gire proporcionan una visión evolutiva de ciencia en donde los procesos cognitivos se relacionan con la evolución de las teorías de forma similar a como los mecanismos genéticos se relacionan con la evolución de las poblaciones. Existe una gran diversidad de representaciones o modelos científicos cuya supervivencia o evolución depende de factores sociales. En este sentido, las teorías o modelos son construcciones humanas que se ajustan más o menos a los hechos del mundo, sin embargo, las personas organizadas en torno a una comunidad científica son capaces de llegar a acuerdos sobre cuáles son los modelos que mejor se ajustan a la realidad. Por lo tanto, el núcleo de una teoría científica no lo constituye un conjunto de leyes sino un conjunto de modelos. La conexión entre el mundo real se hace a través de hipótesis teóricas que aseveran la similitud entre el modelo abstracto y cualquier cosa del mundo real (Sanmartí, 2002).

Considerando las aportaciones de Puig, Bravo y Jiménez (2012) es importante que los alumnos modelen el flujo de energía en los ecosistemas, ya que ello supone que comprendan sus consecuencias en la gestión de recursos naturales. Las autoras plantean que la aplicación de este modelo implica entender las cadenas y pirámides tróficas como estructuras que representan la forma en que se transfiere la energía entre los seres vivos. En este sentido, los estudiantes, necesitan reconocer que: a) la energía utilizada en los ecosistemas procede inicialmente del sol y que es transformada en energía química por los productores durante la fotosíntesis; b) la energía química es almacenada en las moléculas orgánicas a lo largo de la cadena trófica y; c) solo una pequeña porción de la energía de un nivel trófico (aproximadamente el 10%) estará disponible para el siguiente nivel, mientras que el restante (90%) es consumido en el mantenimiento a través de la respiración, o se pierde debido a un consumo incompleto y a dificultades en la asimilación.

Las implicaciones de este modelo con respecto a la gestión de recursos es que es más eficiente alimentarse en niveles inferiores, por ejemplo, es más eficiente comer vegetales que carne.

c) Ideas previas

Las investigaciones en torno a las ideas previas de los alumnos para este nivel educativo revelan que existen serias complicaciones para que desarrollen modelos explicativos cercanos a los generados por lo científicos. En lo referente a la revisión de ideas previas reportadas en la literatura, hasta el 2004, la base de datos elaborada por el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la Universidad Nacional Autónoma de México informa que existen 181 ideas sobre las cadenas y tramas tróficas considerando todos los niveles educativos, en el caso particular de educación primaria se incluyen 80, en un apartado posterior expondré el modelo cognitivo que inferí a partir de las mismas.

d) Currículo

En el perfil de egreso de educación básica, con respecto a los aprendizajes que deben alcanzar los alumnos en esta etapa de formación académica en el área de las ciencias naturales, se plantean seis propósitos, dentro de los cuales es posible identificar uno referente a su participación en el mejoramiento de su calidad de vida a partir de la toma de decisiones orientadas a la promoción de la salud y el cuidado del ambiente con base en el consumo sustentable (Dirección General de Desarrollo Curricular, 2011).

En el caso específico de quinto grado, se busca que los alumnos participen en acciones de consumo sustentable que contribuyan a cuidar el ambiente; interpreten, describan y expliquen, a partir de modelos, algunos fenómenos y procesos naturales cercanos a su experiencia; así como que conozcan las características comunes de los seres vivos y las usen para inferir algunas relaciones de adaptación que establecen con el ambiente.

En este sentido, se han establecido una serie de estándares curriculares con el objetivo de desarrollar entre otras cosas una mayor capacidad para interpretar y representar fenómenos y procesos naturales en diferentes contextos y situaciones de relevancia social y ambiental. Los estándares curriculares para la categoría de conocimiento científico relacionados con el tema motivo de este proyecto incluyen que el alumno: a) reconozca la

diversidad de seres vivos en términos de nutrición y reproducción; b) expliquen los conceptos de biodiversidad, ecosistema, cadenas alimenticias y ambiente e; c) identifiquen algunas causas y consecuencias del deterioro de los ecosistemas.

A partir de lo anterior, el tratamiento de los contenidos que se propone en el libro de texto busca responder a los estándares curriculares y es así, como en el segundo bloque se abordan los temas referentes a la biodiversidad y la protección del medio ambiente. En este contexto, el estudio del ámbito promueve la construcción de conocimientos básicos acerca de las características, los procesos y las interacciones que distinguen a los seres vivos, mediante el análisis comparativo de las funciones vitales: nutrición, respiración y reproducción. Se plantea una visión amplia del ambiente conformado por componentes naturales y sociales, así como de sus interacciones. De manera concreta se analizan las interacciones que todos los seres vivos establecen con otros componentes del ambiente, las cuales permiten satisfacer necesidades de nutrición, respiración, protección y reproducción. A partir del análisis de esta interdependencia se promueve la comprensión de la importancia del ambiente para la vida y se desarrollan actitudes y valores de respeto y responsabilidad para el aprovechamiento de la riqueza natural y la práctica del consumo sustentable (Dirección General de Materiales Educativos, 2010).

Metodología

El problema de aprendizaje relativo al flujo de materia y energía en los ecosistemas será abordado con una estrategia didáctica basada en la modelización que es el segundo objetivo de la investigación, sin embargo, para poder diseñar ésta fue necesario concretar el primer objetivo que se refiere a la identificación del modelo escolar de arriba, para lo cual fue necesario hacer una revisión de la literatura sobre las ideas previas reportadas a partir de lo cual se identificó el modelo cognitivo con el cual los alumnos explican el fenómeno. Posteriormente, se revisaron y analizaron los materiales curriculares para inferir el modelo curricular que la Secretaría de Educación Pública pretende que sea enseñado. Se hizo la revisión sobre la literatura especializada en Ecología con lo cual se infirió el modelo científico y finalmente, se construyó el modelo escolar de arriba.

Resultados

La revisión de la literatura sobre las ideas previas de alumnos de educación primaria referentes a la temática en cuestión revela que existen complicaciones para que desarrollen modelos explicativos cercanos a los generados por lo científicos. Es posible apreciar que los alumnos identifican la relación depredador-presa asociada al tamaño y ferocidad, sin considerar el nicho ecológico; relacionan la nutrición de los organismos con la ingestión por la boca lo cual da idea de una visión antropocéntrica; tienen una concepción teleológica sobre la existencia de los seres vivos y no identifican la relación entre los factores bióticos y los abióticos.

La Tabla 1 presenta el modelo cognitivo que inferí a partir de las mismas. Se exponen los elementos que son entes con ciertas características, las relaciones que se dan entre los mismos y las condiciones necesarias para que funcione el modelo explicativo.

La Tabla 2 muestra el modelo curricular inferido a partir de la revisión de los planes y programas de estudio, así como de los libros de texto; da cuenta del modelo con el cual oficialmente se pretende que los alumnos puedan explicar las cadenas alimenticias en los ecosistemas y permiten evidenciar los elementos que ausentes en el mismo y necesarios para que los alumnos puedan dar una explicación más integral sobre el fenómeno.

En la Tabla 3 es posible apreciar el modelo científico inferido a partir de la revisión disciplinar de la Biología y en particular de la Ecología; permite retomar los elementos, relaciones y condiciones que desde la ciencia erudita se han propuesto para explicar el flujo de materia y energía en los ecosistemas.

Finalmente, se realizó una tensión entre los modelos inferidos previamente y se construyó el modelo escolar de arriba que se observa en la Tabla 4 en el cual se incorporaron los elementos necesarios y pertinentes para que al aproximarse a él los alumnos puedan dar explicaciones razonadas y argumentadas en torno al flujo de materia y energía en los ecosistemas que es evidente en las cadenas y tramas tróficas.

Conclusiones

Hasta el momento de la presente ponencia, se ha logrado consolidar el primer objetivo del trabajo de investigación, el cual consistía en inferir el modelo escolar de arriba con el cual los alumnos podrán explicar las cadenas y tramas tróficas que representan el flujo de materia y energía en los ecosistemas y proporcionarlo a la comunidad de Educación en Ciencias. El siguiente objetivo se trabajará a partir de tensionar e modelo anterior con el modelo cognitivo lo cual permitirá identificar los elementos ausentes en este último lo que será el preámbulo para diseñar la estrategia didáctica que les permita a los alumnos transitar hacia un modelo explicativo más potente y cercano a los planteamientos de la ciencia erudita.

Notas

La presente investigación se está desarrollando gracias a la beca para estudios de posgrado otorgada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a la primera autora del documento

Tablas

Tabla 1. Modelo Cognitivo inferido a partir de las ideas previas de los alumnos.

Elementos	Relaciones	Condiciones
<p>Seres vivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plantas • Animales • Descomponedores (comen cosas muertas) 	<p>Ingestión</p> <ul style="list-style-type: none"> • Animal-Planta • Animal-Animal • Vivo-Vivo • Vivo-Muerto 	<p>El que se come a otro tiene que ser más grande y feroz.</p> <p>Los animales o plantas tienen que ser alimento de otros, ello posibilita la existencia de su predador.</p>

Tabla 2. Modelo Curricular inferido a partir de la revisión de los materiales curriculares.

Elementos	Relaciones	Condiciones
<p>Biodiversidad</p> <p>Ecosistemas</p> <p>Seres vivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • cinco reinos <p>Factores ambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> • naturales • sociales 	<ul style="list-style-type: none"> • Interdependencia de los seres vivos en la dinámica de un ecosistema. • Interacción seres vivos con el ambiente: <ul style="list-style-type: none"> a) nutrición b) respiración c) protección d) reproducción 	<p>Diversidad biótica y ambiental</p> <p>Salud ecológica (prioridades ambientales)</p>

Tabla 3. Modelo Científico inferido a partir de la revisión de la ciencia erudita.

Elementos	Relaciones	Condiciones
<p>Sistemas ecológicos</p> <p>Fuentes bióticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Autótrofos (materia)</i> productores • <i>Heterótrofos (materia)</i> consumidores <p>Fuentes abióticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Energía</i> • <i>Nutrientes (materia)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo • Intercambio de masa y energía • Asimilación (mantenimiento, crecimiento, reproducción) • Metabolismo: anabolismo-catabolismo • Termodinámica 	<p>Estructura trófica</p> <p>Abundancia y diversidad biótica</p> <p>Equilibrio dinámico</p>

Tabla 4. Modelo Escolar de Arribo

Elementos	Relaciones	Condiciones
<p>Ecosistemas</p> <p>Fuentes bióticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Autótrofos (materia)</i> productores • <i>Heterótrofos (materia)</i> Consumidores <p>Fuentes abióticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Energía</i> • <i>Nutrientes (materia)</i> 	<p>Interdependencia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consumo (relación depredador-presa) • Intercambio de materia y energía • Asimilación (mantenimiento, crecimiento y reproducción) 	<p>Estructura trófica</p> <p>Abundancia y diversidad biótica</p> <p>Equilibrio dinámico</p> <p>Salud ecológica</p>

Referencias

Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico. (2004). *Ideas previas*. Recuperado de <http://ihm.ccadet.unam.mx/ideasprevias/ConsultsFrame.html>

Chamizo, J. & Márquez, J. (2006). Modelización molecular. Estrategia didáctica acerca de la constitución de los gases, la función de los catalizadores y el lenguaje de la química. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. 9(22), 729-744.

Dirección General de Desarrollo Curricular & Dirección General de Formación Continua de Maestros en Servicio. (2011). *Programas de estudio 2011. Guía para el Maestro. Educación Básica. Primaria. Quinto grado*. México: Secretaría de Educación Pública.

Dirección General de Materiales Educativos (2010). *Ciencias Naturales. Quinto grado*. México: Secretaría de Educación Pública.

Driver, R., Squires, A. y Wood-Robinson, V. (2000). Las ideas de los niños sobre la vida y los procesos vitales, los seres vivos. En Driver, R., Squires, A. y Wood-Robinson, V., *Dando sentido a la ciencia en secundaria* (pp. 187-192). México: Secretaría de Educación Pública.

Leach, J. Driver, R., Scott, P. y Wood-Robinson, C. (1996). Children's ideas about ecology 2: Ideas found in children aged 5-16

about the cycling of matter. *International Journal of Science Education*, 18(1), 19-34.

López-Mota, Á. (2011). *Una Nueva Forma de Aproximarse al Diseño y Prueba de Estrategias Didácticas*. Conferencia presentada en la IX Reunión Nacional de UPN Natura Red, Pachuca, 23 de Septiembre, (paper).

López-Mota, A. y Rodríguez-Pineda, D. (2013). Anclaje de los Modelos y la Modelización Científica en Estrategias Didácticas. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, Número extra (en prensa).

Puig, B., Bravo, B. y Jiménez, M. (2012). *Argumentación en el aula: Dos unidades didácticas*. España: Universidad de Santiago de Compostela.

Sanmartí, N. (2002). *La didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Barcelona: Síntesis Educación.

Secretaría de Educación Pública (2012). *Resultados prueba ENLACE 2012. Básica y Media Superior*. México: Secretaría de Educación Pública.