



Enseñanza de la evolución desde una perspectiva intercultural dialógica

Teaching evolution from a dialogical intercultural perspective

Gómez Galindo, Alma Adrianna¹; García Franco, Alejandra²; González Galli, Leonardo³

Resumen

La enseñanza de las ciencias desde una perspectiva intercultural es un tema de debate abierto en el que han confluído diversas propuestas. En este trabajo presentamos el sustento teórico y metodológico de una unidad didáctica sobre enseñanza de la evolución dirigida a grupos indígenas del sur-este de México, en la que se plantean elementos claros de diálogo ente este tema biológico fundamental y aspectos centrales de la cultura regional como es el trabajo agroecológico y ritual en torno a la milpa. Se discute la posibilidad de entablar un diálogo de saberes desde una epistemología pluralista y la propuesta de una enseñanza de las ciencias culturalmente relevante.

Palabras clave: Educación intercultural, enseñanza de la evolución, diálogo de saberes

Abstract

Intercultural science education is a topic of open debate in which various proposals have converged. This paper presents the theoretical and methodological support of a teaching learning sequence on evolution directed to indigenous students in the southeast of Mexico. This proposal aims to establish a dialogue between a central biological issue and essential aspects of regional culture, such as agro ecological work and ritual around corn crops. The opportunity to engage in a dialogue of knowledge from a pluralistic epistemology and the proposal of a culturally relevant teaching science is discussed.

Key words: Intercultural education, teaching evolution, dialogical education

¹ Unidad Monterrey, Cinvestav, México

²UAM-Cuajimalpa, México

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) / Universidad de Buenos Aires, Argentina.

adriannagomez@yahoo.com; agarcia@correo.cua.uam.mx; leogali@gmail.com

Introducción

El establecimiento del sistema milpa es uno de los ejes centrales del desarrollo de las civilizaciones mesoamericanas y del proceso de domesticación del maíz. De hecho, el cultivo y la selección experimentales de semillas de maíz son tradiciones milenarias gracias a las cuales se han generado numerosas variedades locales del grano (CCA, 2004). La milpa es un policultivo de origen mesoamericano que se basa en el maíz y que incluye diversas variedades de frijol, calabaza, jitomate, hortalizas y quelites, entre otras especies. Hace ya algunas décadas se ha reconocido como un sistema agroecológico muy importante en México y se ha planteado como una alternativa para el logro de la soberanía alimentaria. La milpa como sistema involucra una diversidad de prácticas culturales y un conocimiento ecológico profundo sobre las relaciones entre especies y el ambiente. Los miembros de pueblos indígenas han llevado a cabo un proceso de selección artificial que ha permitido pasar del teocinte a la inmensa variedad de maíces criollos que se conocen en el país (Boege, 2008). Todo lo anterior implica un conjunto de saberes que muchos de los estudiantes en las escuelas de comunidades indígenas tienen y que rara vez son considerados en el desarrollo de materiales y estrategias didácticas en el aula.

Se parte entonces de que los miembros de pueblos indígenas poseen un conjunto de saberes sobre la ecología, las especies y la variabilidad que puede utilizarse para establecer un diálogo con los modelos de evolución biológica que se espera que los estudiantes aprendan en la secundaria.

Por otro lado, la evolución biológica es uno de los temas centrales en la educación científica y presenta diversas dificultades en los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Smith, 2012a, 2010b) y requiere un planteamiento contextualizado. Planteamos que este diálogo entre el conocimiento propio (saberes tradicionales) y el conocimiento científico escolar (saberes científicos) puede generar aprendizajes significativos sobre los temas científicos fortaleciendo la identidad cultural de los miembros de estas comunidades (Aikenhead, 2001).

Dado lo anterior el objetivo de este trabajo es desarrollar una propuesta didáctica fundamentada teóricamente para la enseñanza de la evolución biológica en nivel secundario que establezca un genuino diálogo con los saberes culturales locales indígenas, específicamente la milpa como espacio agroecológico, ritual y de convivencia ciudadana.

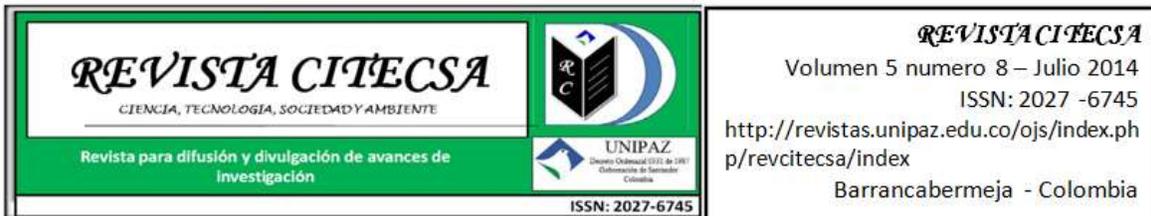


Marco teórico

Diálogo de saberes.

El proyecto que se plantea requiere de la construcción de un marco teórico que reúna aspectos que tradicionalmente han estado apartados en el campo de la investigación educativa. Por un lado, debemos considerar los estudios que se plantean en el marco de la educación intercultural y que se relacionan con planteamientos de una educación equitativa y de empoderamiento para los pueblos indígenas. Por otro lado, son relevantes los realizados en torno a la enseñanza de las ciencias desde la perspectiva de la modelización, la consideración de los conocimientos previos de los estudiantes y la forma en la que se aproximan al conocimiento escolar. Se trata entonces de relacionar campos de estudio que hasta ahora han permanecido bastante alejados con el fin de generar una propuesta que sea consistente con lo que sabemos hasta ahora de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y que busque cumplir de manera efectiva con el planteamiento de la educación intercultural en la que los saberes de los miembros de pueblos indígenas sean reconocidos y valorados en las aulas. Se habla aquí de relación entre el conocimiento tradicional y el conocimiento científico, de un diálogo de saberes.

La propuesta del diálogo de saberes se inscribe en una epistemología pluralista (Olivé, 2007) que reconoce el estatus epistemológico de los conocimientos tradicionales como formas legítimas de conocer el mundo y su eficacia para resolver problemas relevantes, ya sea por sí solos o al relacionarse con conocimientos científicos tecnológicos. Dentro de esta ecología de saberes (Pérez Vilamar y Argueta, 2013), se reconoce el valor de las intervenciones en el mundo real que posibilitan la ciencia y la tecnología modernas, pero se reconocen también otras intervenciones que no tienen relación con la ciencia y que son muy relevantes. Por ejemplo, la conservación de la biodiversidad a través del establecimiento específico de relaciones con la naturaleza que no son únicamente las aceptadas y reconocidas desde el ámbito científico (Oviedo, Maffi y Larsen, 2000). El diálogo de saberes podría parecer una propuesta ingenua al no reconocer la diferencia en el estatus epistemológico que tradicionalmente se ha concedido al conocimiento local y al conocimiento científico. Sin embargo, espacios de conocimiento, como la milpa o la selección artificial de maíz, pudieran ser ideales para establecer estas relaciones, no para que el conocimiento científico valide el conocimiento local, ni para que el conocimiento científico se apropie del conocimiento local, sino para encontrar relaciones entre ambos. Estos ejercicios son muy poco frecuentes y en el ámbito escolar es difícil encontrar ejemplos en los que se establezcan este tipo de diálogos. Por ello se considera que el diseño fundamentado de secuencias didácticas resulta pertinente y prometedor, no sólo por el desarrollo de

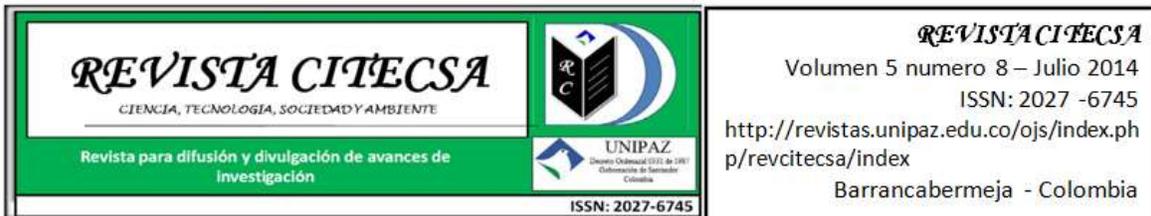


materiales en sí mismos, sino también porque permitirá la caracterización de estos espacios de diálogo (Lazos Ramírez y García Franco, 2011).

Educación Intercultural.

La educación, y particularmente la educación científica, ha sido considerada como una herramienta poderosa para lograr una participación efectiva de los ciudadanos en el mundo actual. Sin embargo, para que esto se concrete es fundamental abandonar la perspectiva científicista y reconocer y valorar otras formas de conocimiento como fuentes apropiadas de conocimiento en los debates sobre controversias sociocientíficas y en la resolución de problemas relevantes para los miembros de distintas comunidades (Roth y Dessautels, 2004; Roth y Calabrese, 2004). Hasta ahora la mayoría de los currículos no reconocen el valor de otro tipo de conocimiento y aun cuando en el discurso o el enfoque de las reformas, aparezcan elementos como “diversidad e interculturalidad”, en la práctica el conocimiento científico es el único que llega al currículo de la clase de ciencias. En el mejor de los casos, cuando se considera el conocimiento indígena o comunitario, se hace desde una perspectiva folklórica, como un añadido para darle interés al material, o motivar a los estudiantes (Corona, 2008; Cuevas Romo y Pérez Daniel, 2013).

Por otro lado, la falta de una formación docente en torno a la naturaleza de las ciencias hace que muchas veces se presente una idea errónea de éstas, como una colección de conocimientos independientes de cualquier contexto cultural de producción. En la medida en que los docentes consideren el conocimiento científico desde un realismo ingenuo (según el cual el conocimiento científico es la realidad) difícilmente puedan favorecer el diálogo entre saberes que se busca ya que, inevitablemente, los otros saberes (no científicos) aparecerán como “falsos”. Por el mismo motivo, los estudiantes que perciban estas valoraciones por parte del docente juzgarán la enseñanza como una negación de su cultura, con la violencia simbólica que ello implica y la resistencia que se espera que aparezca en estos casos. Es deseable que los estudiantes desarrollen las habilidades necesarias para construir los conocimientos científicos a la vez que establecer sus ámbitos de validez, lo cual es indispensable si se quiere conseguir la competencia científica (Chamizo y Izquierdo, 2007) y una enseñanza intercultural dialógica. El planteamiento de una educación científica intercultural o que incorpore distintas perspectivas permitirá nutrir la identidad de aquellos que cotidianamente huyen de la ciencia, indígenas o no, y contribuir en su formación de manera que puedan para convertirse en ciudadanos que participan de manera activa en el mundo. No solamente los pueblos indígenas se beneficiarían de este enfoque, sino que la educación científica tradicional, tanto como la investigación científica, podrían verse beneficiadas al incorporar estos enfoques de manera explícita.



De acuerdo con Valladares (2010, pp. 20-21), una educación científica intercultural podría implicar una expansión de las capacidades humanas porque “representaría la oportunidad de que las personas de cualquier grupo cultural, sin abandonar su identidad, puedan transformar su propia cultura, aprovechando los conocimientos científico-tecnológicos que resulten relevantes para alcanzar sus propios fines y valores proyectados”.

Enseñanza de la evolución biológica y modelización

La evolución se ha identificado como un principio unificador para la comprensión de las relaciones entre los seres vivos, la historia de la vida en la Tierra, así como la adaptación de los organismos a su ambiente. La evolución es un marco conceptual unificador dentro del cual se integran y explican numerosos hechos biológicos. Es por lo tanto un concepto fundamental en la construcción de la alfabetización científica (Mayr, 1998). Autores como Ruiz Gutiérrez y colaboradores (2012) sostienen que el aprendizaje de la biología evolutiva debía ocupar un papel mucho más relevante en las aulas para permitir que se dimensionara su relevancia como paradigma explicativo de una diversidad de fenómenos biológicos. Aunque la biología está conformada por numerosos modelos, en este trabajo nos centramos en el modelo de evolución por selección natural por considerarlo fundamental para educación general (González Galli y Meinardi, 2013).

Diversos estudios realizados (v.g. González Galli, Adúriz-Bravo y Meinardi, 2005) han mostrado que el aprendizaje de los modelos de la biología evolutiva se ve dificultado por una serie de obstáculos epistemológicos y que su comprensión resulta un reto incluso para los profesores de ciencia y los licenciados en biología. Dada la relevancia del tema para la biología, es fundamental entonces pensar en estrategias de enseñanza que consideren estos obstáculos. El modelo cognitivo de ciencia que fundamenta esta propuesta (Giere, 1992) permite identificar la teoría de la evolución como una familia de modelos teóricos que se ligan a otros modelos por relaciones de semejanza (González Galli, Adúriz Bravo y Meinardi, 2005). Los enfoques de enseñanza de las ciencias basados en la modelización (Gómez Galindo, 2012; Chamizo y García Franco, 2010) permiten la consideración de los modelos explicativos iniciales de los alumnos y los modelos de la ciencia escolar que se busca que los estudiantes construyan. En este proyecto se está considerando el fenómeno de la selección artificial del maíz como un primer acercamiento para construir un modelo de evolución que después podrá ser ampliado para explicar otros fenómenos relacionados con la selección natural (Jiménez Aleixandre, 2002) a través de relaciones analógicas (Clement, 1983).

Metodología

En este trabajo se desarrolla una secuencia didáctica fundamentada desde la ciencia escolar (Gómez Galindo, 2006) para la enseñanza de la evolución biológica en comunidades indígenas, la cual estable un diálogo con los saberes tradicionales y agroecológicos relacionados con el cultivo de la milpa.

Dado que el calendario agroecológico y los saberes tradicionales en torno a la milpa en el sur de México son compartidos en sus aspectos esenciales, se utilizan materiales que han documentado y sistematizado dichos saberes en la Montaña de Guerrero (Tlacotepec, 2011; Yerba Santa, 2011) y se elabora un cuadro agrícola y ritual que integra las principales actividades relacionadas con la milpa en diversas comunidades, reconociendo elementos comunes. Por otro lado, se han revisado los modelos estructurantes de la evolución biológica y los principales obstáculos epistemológicos en su aprendizaje (González-Galli, 2011).

A partir de esta revisión documental se ha elaborado un cuadro de diálogo (Pérez Ruiz y Argueta Villamar, 2011; Mortimer y Scott, 2003) entre saberes tradicionales y biológicos que es el eje vertebrador de la secuencia didáctica planteada. Para ello, se retoman las actividades que se realizan en torno a la milpa y la selección artificial que han venido desarrollando las comunidades y la evolución biológica constituida por la integración de los modelos de reproducción y herencia, población biológica y relaciones ecológicas para planificar una secuencia didáctica intercultural.

Desarrollo

Para el análisis de elementos de diálogo entre el calendario agroecológico y ritual de la montaña de Guerrero, México (Tlacotepec, 2011; Yerba Santa, 2011) y la enseñanza de los modelos centrales de selección natural, se realizó un cuadro que presenta las posibilidades de dialogo entre ambos saberes (ver tabla 1). En esta propuesta la lógica para la introducción de ideas científicas está asociada/subordinada a la re-construcción del saber popular siguiendo el calendario agrícola y ritual.

Tabla 1. Relaciones entre saberes culturales y rituales en la milpa e ideas básicas para construir el modelo de selección natural.

Tradición/calendario agroecológico	Elementos clave de la tradición que pueden resaltarse	Relación con la Selección natural	Modelo de referencia Ideas clave que pueden introducirse
Tipos de maíz, siembra en zona fría o caliente Nota: también son	Nombre diferente de los tipos de maíz, características	Poblaciones de maíz de zonas frías y cálidas.	Población biológica: La población es un conjunto de individuos de una misma especie

diferentes poblaciones de frijol y calabaza.	morfológicas y condiciones que requieren para crecer: caracterización de los dos tipos.	Relaciones ecológicas Condiciones en que crecen, zona geográfica	(concepto biológico de especie) que viven en un área geográfica limitada y pueden reproducirse efectivamente. Relaciones ecológicas (entre el organismo individual y los factores bióticos y abióticos del ecosistema).
Preparación el terreno, quema, etc. Quema del terreno	Caracterización de los terrenos y si es nuevo o ya se sembró antes	Reproducción y crecimiento factores ecológicos	Dimensión espacial – geográfica Diversos factores ecológicos pueden influir las probabilidades de sobrevivir y reproducirse de un individuo
Siembra de maíz, frijol y calabaza (especies características de la milpa)	Caracterización de cómo es la siembra de cada semilla y porqué y de cómo crecen y se relacionan en la milpa.	Relaciones ecológicas, aporte de sostén, sombra, nutrientes (nitrógeno).	Relaciones ecológicas (entre el organismo individual y los factores bióticos y abióticos del ecosistema). Introducir manejo de las relaciones ecológicas como parte de selección artificial
Baile del ratón Baile tradicional en que se ata a un ratón y se baila alrededor para negociar con los elementos de la naturaleza que afectan el crecimiento de la milpa.	Por qué se hace, qué animales afectan al cultivo y por qué.	Relaciones ecológicas – depredación, parasitismo.	Diversos factores ecológicos pueden influir las probabilidades de sobrevivir y reproducirse de un individuo.
Recolección mazorca de dos cabezas y de panza lisa (variantes de maíz que se encuentran a veces en la milpa).	Diferencias morfológicas	Genes y mutación y reproducción sexual	Reproducción y herencia Los genes sufren alteraciones accidentales (mutaciones) que cuando están presentes en las células sexuales que dan origen a o en la cigota de un nuevo individuo les pueden conferir nuevas características
Selección y almacenamiento de granos para la	¿Cómo son las mazorcas, todas iguales, en qué	Población, variabilidad, las mazorcas son	Población Variabilidad: como los individuos difieren en sus

siguiente cosecha	difieren? ¿Qué granos se seleccionan, cómo y por qué, dónde se guardan?	iguales pero a la vez todas diferentes. Herencia	características la población en términos de las variedades presentes y de las cantidades relativas de individuos de cada tipo. Herencia: Los descendientes se parecen a sus progenitores". Variación: Cada individuo es ligeramente diferente a sus progenitores y a sus hermanos, como resultado de mutaciones y de recombinación sexual. Selección artificial
-------------------	----------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Dado el tipo de ideas que se introducirán en la secuencia didáctica, considerando la Tabla 1, se propone usar la selección artificial del maíz como analogía de la selección natural; incluso cuando hay dificultades identificadas, el razonamiento analógico es considerado una de las mejores estrategias de aprendizaje que los seres humanos desarrollan para adquirir nuevos conocimientos; básicamente nuevo conocimiento se obtiene a partir de los conocimientos que ya tenían.

La secuencia didáctica se programó con las siguientes actividades generales, usando el modelo de Sanmartí (2000). En cada caso se señalan las fases de la secuencia, las actividades que se realizan y los productos (*) que se espera que produzcan los estudiantes:

Exploración

1.- Investigación en su comunidad del proceso de siembra y cuidados de la milpa. Identificación de variedades de maíz que se siembran. Presentación de otras variedades. Generación de la pregunta sobre cómo los alumnos consideran que se ha generado esa diversidad. Exploración de ideas en torno a tres temas. 1.- Cómo se ha generado la diversidad. 2.- Importancia y uso del maíz en México. 3.- Cómo se cultiva el maíz.

* Primer registro en diario o cuaderno de trabajo donde se dibuja y explica qué especies se cultivan en la milpa.

2.- Comunicación de objetivos, queremos aprender en torno a: Cómo se originaron las variantes del maíz. La milpa y su relación con el aprendizaje de la biología y la valoración de los saberes locales. Queremos elaborar material para ayudar a otros/as a aprender.



- * Elaboración de cuadro guía de objetivos y productos

Introducción de nuevos puntos de vista

3.- Presentación de Teocintle y de fotos del maíz originario ancestral. Se establecen diferencias y similitudes con la mazorca de maíz actual. Se recuperan usos y costumbres para que el maíz crezca bien y leyendas locales en torno al maíz.

- * Elaboración de una leyenda o de usos y costumbres en torno al cuidado de la milpa.

4.- Se investiga cómo se selecciona el maíz para la siguiente siembra en su comunidad. Se organiza la información.

- * Registro de cómo se selecciona, almacena y cuida el maíz para la siembra del siguiente ciclo.

5.- Juego de selección artificial. Primera ronda: Se presentan 10 plantas de maíz con diversidad en: No. de mazorcas, presencia de plagas, tamaño de mazorca. Los alumnos eligen dos plantas de estas 4 mazorcas

Segunda ronda: De cada mazorca hay bolsas con descendencia que presenta cierta variabilidad. Al azar se eligen 3 mazorcas de cada bolsa. De entre las 12 mazorcas, se eligen 4 para plantar. Se repite durante 5 rondas más.

Al finalizar se comparan las mazorcas iniciales con las finales. Se determinan semejanzas y diferencias. Se discute el proceso de selección.

- * Se registran los resultados del juego.

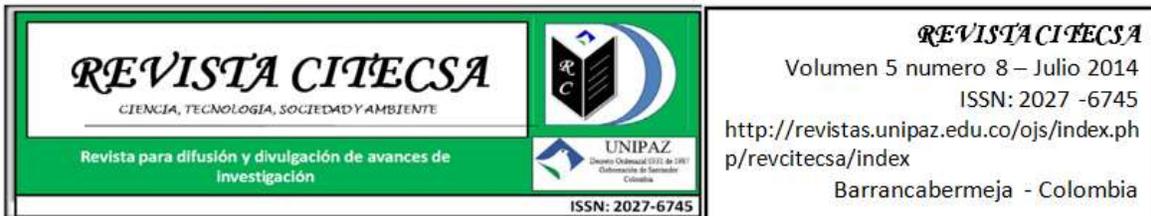
6.- Actividad para introducir ideas de genética, comparación de variedades y discusión por equipos y grupal.

7.- Se recuperan los aspectos de la milpa como ecosistema y el concepto de población. Comparar si hay milpa en zona fría y caliente.

- * Registro de poblaciones y concepto (representaciones gráficas y definición en palabras de los propios alumnos).

Síntesis

8.- Se elabora un cuadro con las características del proceso de selección incorporando los 3 grandes modelos de selección: modelo de reproducción y



herencia, modelo población biológica, modelos ecológicos. Se discute aquí de la selección natural.

*Registro sobre qué es la selección natural.

Aplicación

9.- Se investiga sobre frijol y calabaza, si han sufrido el mismo proceso que maíz. Se entrega un trabajo por escrito, en el que han de explicarse los tres modelos que se incorporan en selección natural y las ideas clave. Se investiga cómo se explica desde las leyendas locales el origen de alguna característica de un animal que sea significativo (por ejemplo, por qué tiene manchas el jaguar), posteriormente se elabora una explicación basada en el modelo aprendido de selección natural para luego analizar las diferencias entre ambos tipos de explicaciones y el hecho de que cada una cumple funciones diferentes, y que son dos modos, de ver el mundo, cada uno con sus potencialidades y limitaciones

* Se registra los usos de los diversos tipos de maíz, frijol y calabaza, entre otros, en la comunidad: alimentación, vestido, resguardo, decoración, medicinal, etc.

Discusión

El diálogo de saberes en la educación científica intercultural ha sido considerado como una opción viable para la formación integral de los ciudadanos en la Sociedad del Conocimiento y que promueve una visión de la ciencia acorde con una epistemología pluralista. Dado que la milpa, como sistema agroecológico constituye actualmente el sistema de cultivo sustentable más difundido y utilizado en México y en otros países latinoamericanos, en especial en las comunidades indígenas, la recuperación e introducción en el currículo de ciencias de los saberes relacionados con ésta puede constituir un apoyo para el reconocimiento de los jóvenes de secundaria de este sistema de agrocultivo y potencialmente para el cuidado y defensa de dichos sistemas. Esto tienen además interés en propiciar la discusión sobre prácticas agrícolas occidentales dominantes de base científico-tecnológica (monocultivo, transgénicos. etc.) por su carácter no sostenibles desde el punto de vista ambiental.

Además, una epistemología pluralista, como la aquí planteada, representa también una oportunidad para que los estudiantes valoren los conocimientos locales y los pongan en relación con los conocimientos científicos para encontrar ámbitos de validez y relaciones entre ambos.

Por otra parte, para probar esta unidad didáctica se llevarán a cabo dos estudios de caso en el primer grado de secundaria de escuelas en comunidades indígenas.



La densidad de los datos que se recogerán (productos, interacciones en clase, organizadores, etc.) permitirá identificar condiciones en las que se puede establecer un diálogo de saberes que conlleve a una educación científica intercultural. La realización de este tipo de propuestas, tanto su fundamentación teórica como su análisis empírico, es importante dada la escasez de estudios que se han realizado bajo el enfoque propuesto. Aunque las propuestas de educación intercultural se han hecho desde diversos sectores desde hace más de una década, no existen experiencias documentadas en torno a la enseñanza de las ciencias lo cual hace que este proyecto, aunque se puede pensar que tiene un alcance muy local, es muy relevante para la construcción de conocimiento en Latinoamérica.

Bibliografía

Aikenhead, G. (2001) Integrating western and aboriginal sciences: cross cultural science teaching. *Research in Science Education*, 31(3), 337-355.

Boege, E. (2008). El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. CDI, México.

Chamizo, J. A. y García Franco, A. (2010) Modelos y modelaje en la enseñanza de las Ciencias Naturales. México: Facultad de Química, UNAM.

Chamizo, J. A. y Izquierdo, M. (2007) Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Educación Química*, 18 (1), 6-11.

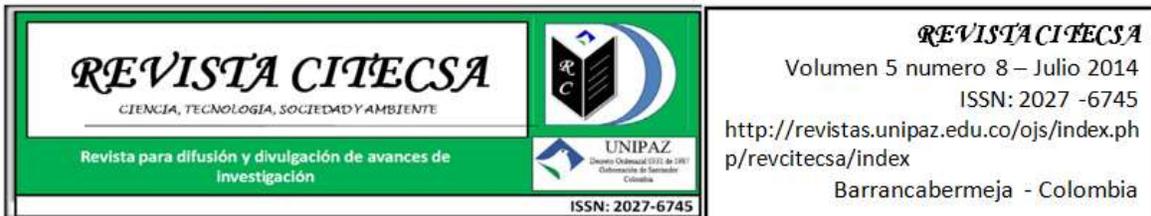
Corona, S. (2008) Políticas educativas y libros de la SEP para indígenas. *Sinéctica*, 30.

Cuevas Romo, J. y Pérez Daniel, R. (2013) Conocimientos locales y universales en ciencias naturales y matemáticas: reflexiones sobre su negociación desde el currículo y los materiales educativos. *REDHES*, 10, 214-231.

Comisión para la Cooperación Ambiental (2004) Maíz y biodiversidad. Disponible en línea: <http://www3.cec.org/islandora/en/item/2152-maize-and-biodiversity-effects-transgenic-maize-in-mexico-key-findings-and-es.pdf>

Clement, J. (1983) Observed methods for generating analogies in scientific problem solving. Research report, NSF, Washington, D.C. USA.

Giere, R.N. (Ed.) (1992) Cognitive models of science. University of Minnesota Press, USA.



Gomez Galindo, A.A. (2012) Diseño de propuestas didácticas innovadoras para la enseñanza de la función relación en los seres vivos bajo un enfoque de modelización. Reseñas de investigación en educación básica. Convocatoria 2006. México: SEP.

Gómez Galindo, A.A. (2006) El modelo cognitivo de ciencia y la ciencia escolar como actividad de formación. En la colección Configuraciones Formativas. I. El estallido del concepto de formación, pp.139-156.

González-Galli, L.M. (2011) Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural. Tesis de doctorado, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

González-Galli, L.M., Adúriz-Bravo, A. y Meinardi, E. (2005) El modelo cognitivo de ciencia y los obstáculos en el aprendizaje de la evolución biológica. Enseñanza de las Ciencias. Número especial (VII Congreso)

González Galli, L. y Meinardi, E. (2013) ¿Está en crisis el darwinismo? Los nuevos modelos de la biología evolutiva y sus implicaciones didácticas. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, 27, 219-234.

Jiménez Aleixandre, M. P. (2002) Aplicar la idea de cambio biológico: ¿por qué hemos perdido olfato? Alambique. 32, 48-55.

Lazos Ramírez, L. y García Franco, A. (2011) La educación científica intercultural: de los beneficios teóricos a los problemas prácticos. Revista de Derechos Humanos y Estudios Sociales, 3(6), 13-31.

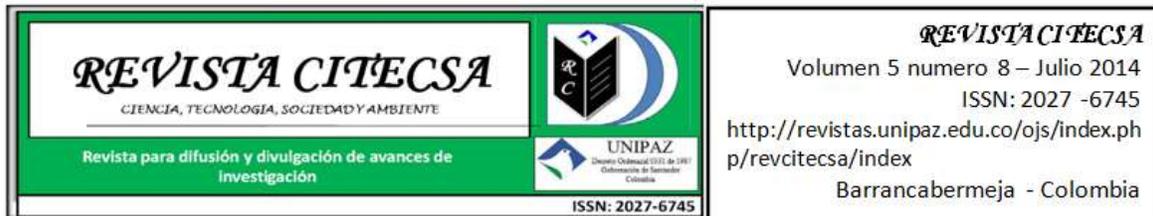
Mayr, E. (1998) Así es la biología. Madrid: Debate

Mortimer, E. y Scott P. (2003) Meaning making in Secondary Science Classrooms, Open University Press.

Olivé, L. (2007) La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento. Ética, política y epistemología. México: Fondo de Cultura Económica.

Oviedo, G, Maffi L, Larsen PB. (2000) Indigenous and Traditional Peoples of the World and Ecoregion Conservation. An integrated approach to conserving the world's biological and cultural diversity. Gland: WWF-Terralingua.

Pérez Ruiz, M., y Argueta Villamar, A. (2011) Saberes indígenas y diálogo intercultural. Cultura y Representaciones Sociales, 5(10), 31-55



Roth, W.-M., & Calabrese Barton, A. (2004) Rethinking scientific literacy. New York: Routledge.

Roth, W. M., & Désautels, J. (2004) Educating for citizenship: Reappraising the role of science education Canadian Journal for Science, Mathematics, and Technology Education, 4, 149-168.

Ruiz Gutiérrez, R., Álvarez Pérez, E., Noguera Solano, R. y Esparza Soria, M. S. (2012) Enseñar y aprender biología evolutiva en el siglo XXI. Biografía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza, 5(9), 80-88.

Smith, M. (2010a) Current Status of Research in teaching and Learning Evolution: I. Philosophical/Epistemological Issues. Science and Education, 19(4-8), 523-538.

Smith, M. (2010b) Current Status of Research in teaching and Learning Evolution: II. Pedagogical Issues. Science and Education, 19 (4-8), 523-538.

Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas, en Perales, P. y Cañal, P. (eds.). Didáctica de las ciencias experimentales. Alicante: Marfil. Tlacotepec, Municipio de Tlacoapa, Gro. (2011) Tlacotepec: unido en raíces y espigas. Informe proyecto FONCYCYT #95255.

Valladares (2010) La educación científica intercultural y el enfoque de las capacidades. Revista CTS, 16(6), 39-69.

Yerba Santa, Municipio de Acatepec, Gro. (2011) Yerba Santa: sembrando semilla y cosechando historia. Informe proyecto FONCYCYT #95255.