

ENSEÑANZA DE LA EVOLUCIÓN BIOLÓGICA. UNA MIRADA AL ESTADO DEL CONOCIMIENTO¹

BIOLOGY EVOLUTION TEACHING: A LOOK AT THE STATE OF KNOWLEDGE

Recibido:15-09-2011

Aceptado:15-11-2011

Por: Roger Araujo Llamas².
Robinson Roa Acosta³

Resumen

En el presente escrito, se encontrará información relacionada con el estado del conocimiento de la enseñanza de la evolución biológica. Se mostrarán algunas estrategias, herramientas y contenidos obtenidos, analizando 30 publicaciones encontradas en 8 revistas especializadas en enseñanza de las ciencias, logrando un mayor acercamiento, de cómo se está enseñando la evolución biológica, quienes lo están haciendo y cuáles son las problemáticas, enfoques y tendencias que surgen, al enseñar esta fascinante teoría. La información recopilada se obtuvo mediante la investigación cualitativa, desde un enfoque interpretativo, con la estrategia del análisis documental, usando como herramienta el resumen analítico educativo (RAE), en la modalidad de estado del arte. Los resultados aquí mostrados hacen parte de la investigación: Estado del arte sobre el campo del conocimiento de la Enseñanza de la Biología. 2009-2010, llevado a cabo por la línea de investigación Conocimiento Profesional del Profesor en Ciencias de la Universidad Pedagógica Nacional.

Los enfoques muestran que es fundamental, tanto para los estudiantes como para los profesores de ciencias, comprender la evolución biológica, su historia y su estrecha relación con la naturaleza de las ciencias; para poder así utilizar la evolución biológica como “principio explicativo fundamental dentro de las ciencias de la vida”(AAAS, 1993; NAS, 1998; NSTA, 2003).

PALABRAS CLAVE: Enseñanza, evolución biológica, estado del arte.

ABSTRACT

This paper is about the state of knowledge of biological evolution teaching. Some strategies, tools and contents, obtained by analyzing 30 publications found in 8 specialized journals in science education, getting closer about how biology evolution is being taught, who are teaching it and which the problems, approaches and emerging trends for teaching this fascinating theory are. The collected data were

¹ Este trabajo de grado hace parte de la investigación “Estado del arte sobre el campo del conocimiento de la enseñanza de la biología. 2009-2010” llevado a cabo por la línea de investigación Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias del Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

² Licenciado en Biología. Universidad Pedagógica Nacional. Línea de investigación Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias. rogeraraujollamas@gmail.com

³ Estudiante de Doctorado en Educación. Línea de investigación Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias. Universidad Pedagógica Nacional. robinsonroa@hotmail.com
robsanabria@gmail.com

obtained by means of qualitative research, from an interpretative approach, with the documentary analysis strategy, using the educational analytic summary as a tool, in form of state of the art. These results are part of a research called “Estado del arte sobre el campo del conocimiento de la Enseñanza de la Biología” (State of the art about the field of knowledge of Biology teaching), which was carried out by the research line “Conocimiento profesional del professor en ciencias” from 2009 to 2010 at Universidad Pedagógica Nacional.

The approaches show that it is fundamental, for both, students and science teachers to understand biology evolution, its history, and its close relation to the nature of science, so that biology evolution can be used as a fundamental explanatory premise to so use the biological evolution like “fundamental explanatory principle for life sciences”. (AAAS, 1993; NAS, 1998; NSTA, 2003).

KEYWORDS: Teaching, biology, evolution, state of the art.

Introducción:

La enseñanza de la evolución biológica, ha sido polémica desde el origen mismo de la teoría científica, diversas culturas han puesto límites y trabas a su enseñanza, temiendo la desvirtualización de sus creencias, ya que ha permitido no sólo explicar el origen de los sistemas vivos, sino, el significado de su existencia (Buskes, C. 2009), trascendiendo de esa manera el ámbito científico para adentrarse en lo filosófico, lo que genera un constante debate no sólo ideológico, sino también político.

En razón a esto, y sumado lo religioso se ha producido un debate a nivel mundial sobre su enseñanza (Skoog, G. 1979, 1984), generando un abanico de posibilidades en términos de estrategias, metodologías y enfoques para su enseñanza. Estas particularidades muestran la necesidad que existe por parte de la comunidad académica de generar investigaciones que aporten explicaciones y posibles soluciones al respecto.

En este orden de ideas es conveniente responder a la pregunta **¿cuáles son las características de las publicaciones realizadas sobre enseñanza de la evolución biológica entre los años 2005-2009?**

Para poder responder a esta pregunta, el presente trabajo tuvo como objetivo principal contribuir al estado del arte o estado del conocimiento sobre la enseñanza de la evolución biológica, a partir de la sistematización de 30 publicaciones realizadas entre los años 2005-2009, en ocho Revistas especializadas en enseñanza de las ciencias.

En síntesis, realizar un estado del arte sobre la enseñanza de la evolución biológica contribuye al fortalecimiento de la Didáctica de las Ciencias, particularmente del campo del conocimiento de la enseñanza de la biología, permitiendo sistematizar la investigación existente, dando pie para la generación de nuevas investigaciones, posibilitando reconstruir reflexivamente un saber acumulado (Fernández, M. 2007). Lo anterior, permite apropiarse conocimiento relacionado con un tema específico y tener un punto de partida que posibilite “dar respuestas novedosas e inéditas que desde el presente generen posibilidades de un futuro amplio en el escenario investigativo” (Jiménez, A. 2006), brindando de esta forma una visión de la problemática actual con respecto a la enseñanza de la evolución, en que se debe profundizar y cuáles son las características de estas investigaciones.

Metodología

La metodología que orientó la investigación es de tipo cualitativo, con un enfoque interpretativo, utilizando como estrategia el análisis documental, en la modalidad de estado del arte.

La investigación corresponde a un enfoque cualitativo porque lo que interesa fundamentalmente es “lo que la gente dice, piensa, siente o hace; sus patrones culturales; el proceso y significado de sus relaciones interpersonales y con el medio. La función de este tipo de investigaciones va dirigida a describir o generar teoría a partir de los datos obtenidos” (Lerma, H. 2004). El enfoque interpretativo concibe que la realidad es múltiple, intangible y holística en donde la finalidad de la investigación es la comprensión de las relaciones internas y profundas, persiguiendo de esa manera explicaciones ideográficas (Meza, L. 2002; Cerda, H. 2003).

Por otra parte, el análisis documental se toma como un conjunto de procedimientos que tienen como objetivo la producción de un metatexto analítico en el que se representa el corpus textual de manera transformada. El análisis cubre desde la estructura externa o descripción física del documento (para este caso las categorías del RAE: Tipo de documento, tipo de impresión, acceso al documento, título, autor, lugar de trabajo, cargo y publicación) y la descripción interna o conceptual (las categorías del RAE: Palabras clave, síntesis, objetivo, problema, metodología, población, contenido, conclusiones y tipo de trabajo) (Fernández, F. 2002).

El instrumento implementado fue el resumen analítico educativo RAE, el cual pretende expresar por escrito y de manera simplificada la información contenida en un texto (Valbuena, E. et al, 2010). Esto, con la intención de aproximarse al estado del arte o “estado del conocimiento” en este caso, de la enseñanza de la evolución biológica, siendo esto, básicamente una revisión documental que ayuda a encontrar esa delgada línea entre lo que se sabe y lo que no se sabe con respecto a un tema particular permitiendo conocer perspectivas, tendencias y posibilidades de profundizar en algunos aspectos.

Para la sistematización del material se diseñó el Resumen Analítico Educativo el cual permitió tener una información precisa para la etapa de análisis. Este instrumento se modificó del RAE utilizado por Valbuena et al, 2010 (Ver tabla 1). Las categorías que se observan permitieron hacer un análisis externo e interno del contenido de cada una de las publicaciones posibilitando la posterior caracterización.

Tabla 1. Versión final del RAE, tomado y modificado a partir de Valbuena *et al*, 2010

| |
|------------------------------------|
| Código RAE |
| Tipo de documento |
| Tipo de impresión |
| Acceso al documento |
| Título |
| Autor |
| Lugar de trabajo y cargo del autor |
| Publicación |
| Palabras clave |
| Síntesis |

| |
|--------------------------|
| Objetivo |
| Problema |
| Metodología |
| Población |
| Contenidos (Tópicos) |
| Conclusiones |
| Tipo de trabajo |
| Bibliografía |
| Autor del RAE |
| Visión del autor del RAE |

La investigación se dividió en tres fases: Consecución y selección de la información, sistematización de la información y análisis de RAEs.

Fases de la investigación

Consecución y selección de la información: En esta fase se establecieron las pautas para la búsqueda de las publicaciones (con relación a palabras clave en la base de datos electrónica *ProQuest* y hemeroteca de la Universidad Pedagógica Nacional y con relación al tiempo entre el 2005 y el 2009) de esa forma se seleccionó el material a analizar.

En ese orden de ideas, el acceso a la información especializada (aceptada por una comunidad académica y un comité editorial) se llevó a cabo por medio de la utilización de la base de datos *ProQuest* un servicio global de publicaciones electrónicas. Se trata de uno de los mayores depósitos de contenidos en línea de todo el mundo, y facilita una única plataforma integrada con acceso al texto completo de miles de publicaciones, periódico, diarios y revistas, además de incluir resúmenes e índices detallados de otros tantos miles de publicaciones adicionales.

La búsqueda se realizó por medio de palabras claves en inglés, ya que dichas bases de datos se encuentran constituidas en su mayoría por investigaciones de países anglosajones. Se seleccionó dentro de la base de datos *ProQuest* la base de datos *Educational Journals*, para delimitar el objeto de búsqueda, las palabras claves utilizadas fueron: biology, teaching y evolution y se tomaron solo los resultados de revistas científicas, ya que se buscaba obtener información validada por un comité editorial científico. Con los resultados obtenidos se hizo la delimitación con relación al tiempo, se tomaron cinco años fundamentalmente por la gran cantidad de publicaciones que se encontraron en un primer sondeo de diez años, imposibilitando la sistematización de todo el material en los tiempos estipulados para la investigación, además se buscaba obtener información que permitiera la caracterización de las publicaciones relacionadas con la enseñanza de la evolución y no la totalidad de artículos realizados sobre el tema; el proceso anterior se realizó por lo menos tres veces, para obtener mayor criterio en los resultados, a su vez la base de datos da la opción de crear alertas, permitiendo conseguir los nuevos artículos que se publiquen con las palabras claves que hayan sido colgados en la base después de la búsqueda inicial.

Sistematización de la información: Corresponde a la sistematización, a partir del análisis documental “que permite descubrir la estructura interna de la comunicación (composición, organización, dinámica) y el contexto en el cual se produce la información” (Galeano, M. 2009), se tuvieron en cuenta una matriz y los RAEs como instrumento para

la revisión y análisis de las publicaciones seleccionadas. También fue en esta fase donde se descartó el material que no cumplía con los requisitos estipulados en la primera etapa. Para dicha sistematización se utilizó la matriz realizada por el grupo de investigación Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias, dentro del proyecto Estado del arte sobre el campo del conocimiento de la Enseñanza de la Biología. 2009. Por razones de espacio no fue incluida en el presente artículo.

Análisis de los RAEs: El análisis e interpretación de las publicaciones seleccionadas y sistematizadas, constituye una fase fundamental a la hora de obtener los resultados y realizar la discusión de los mismos. En esta última etapa se cogió cada una de las categorías del RAE y se analizaron, de esta forma se obtuvo la información que permitió evidenciar las características de las publicaciones.

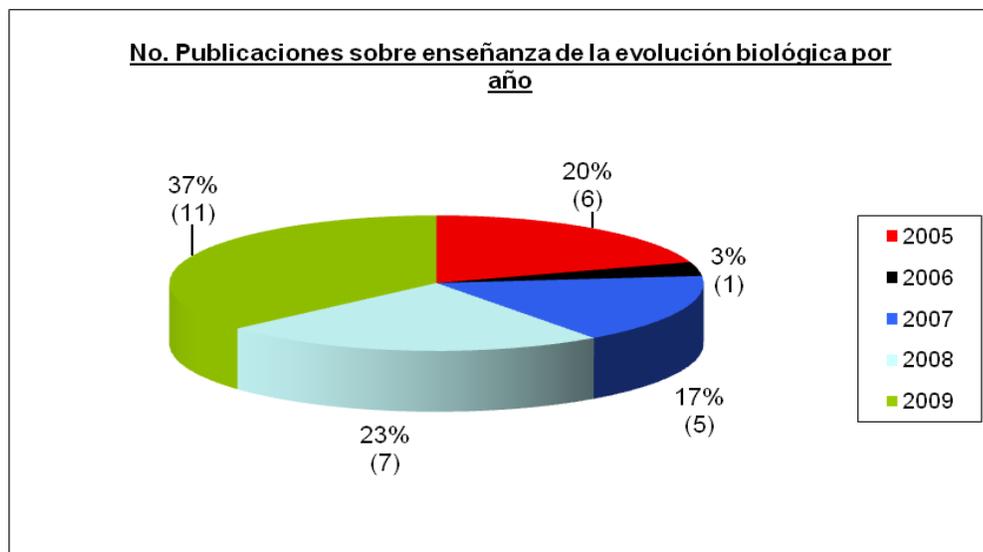
Resultados y discusión:

Al realizar la búsqueda de publicaciones especializadas se recurrió también a la búsqueda en revistas educativas disponibles en la Hemeroteca Nacional de Colombia, donde se encontraron 246 revistas colombianas relacionadas con la educación de las cuales 49 se encontraban relacionadas con la publicación de experiencias, innovaciones o investigaciones sobre enseñanza de las ciencias. Sin embargo, no se encontró información referente a la enseñanza de la evolución biológica, deduciendo así que existe escasa información acerca del tema realizada en el país.

Por otro lado, el año donde hubo mayor número de publicaciones acerca de la enseñanza de la evolución biológica fue el 2009 con el 36% del total revisado, seguido de los años 2008, 2007 y 2005 todos con un 20% del total revisado (ver gráfico 1). Lo anterior, no sorprende, teniendo en cuenta que en ese año se celebró los 150 años de la publicación del Origen de las especies y los 200 años del natalicio de Charles Darwin.

Además, de las 30 publicaciones seleccionadas y analizadas la mayoría provienen de los Estados Unidos con un total del 67% (20), seguido por: Brasil con el 13% (4), España y Argentina cada uno con el 7% (2 publicaciones) y Grecia y Holanda cada país con un 3% (una publicación), (ver gráfico 2).

Gráfico 1. Porcentaje de publicaciones sobre enseñanza de la evolución biológica (2005-2009) por año. Observar la mayoría en el 2009, y la alta producción en el 2008. n=30.

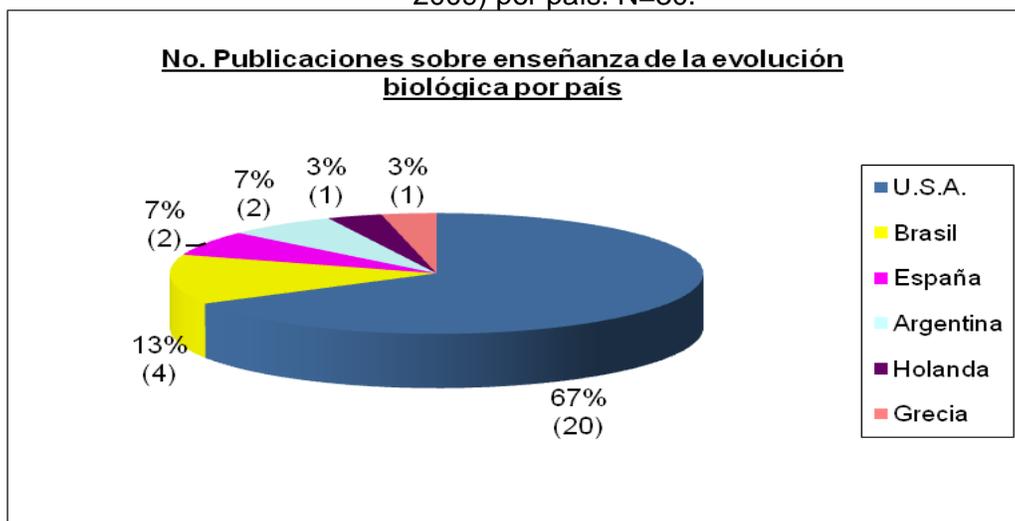


Las revistas abordadas, su origen, número de publicaciones relacionadas con la enseñanza de la evolución, así como, la cantidad por año de las mismas se pueden observar en la tabla 2.

Tabla 2. Distribución de publicaciones sobre enseñanza de la evolución biológica en las revistas consultadas.

| Nº | Revista | Origen revista | Nº de artículos de enseñanza de la evolución | Cantidad de publicaciones por año | Porcent aje |
|------------------------|---|----------------|--|---------------------------------------|-------------|
| 1 | <i>Science and Education</i> | Australia | 2 | 2008 (2) | 7% |
| 2 | <i>Internacional Journal of Science Education</i> | Inglaterra | 1 | 2006 (1) | 3% |
| 3 | <i>Enseñanza de las Ciencias</i> | España | 7 | 2009 (7) | 23% |
| 4 | <i>Eureka</i> | España | 1 | 2005 (1) | 3% |
| 5 | <i>Journal of Geoscience Education</i> | USA | 1 | 2005 (1) | 3% |
| 6 | <i>Journal Science Teacher Education</i> | USA | 1 | 2007 (1) | 3% |
| 7 | <i>Bioscience</i> | USA | 3 | 2005 (1), 2007 (1), 2008 (1) | 10% |
| 8 | <i>American Biology Teacher.</i> | USA | 14 | 2005(3), 2007 (3), 2008 (4), 2009 (4) | 48% |
| Total de publicaciones | | | | 30 | 100% |

Gráfico 2. Porcentaje de publicaciones sobre enseñanza de la evolución biológica (2005-2009) por país. N=30.

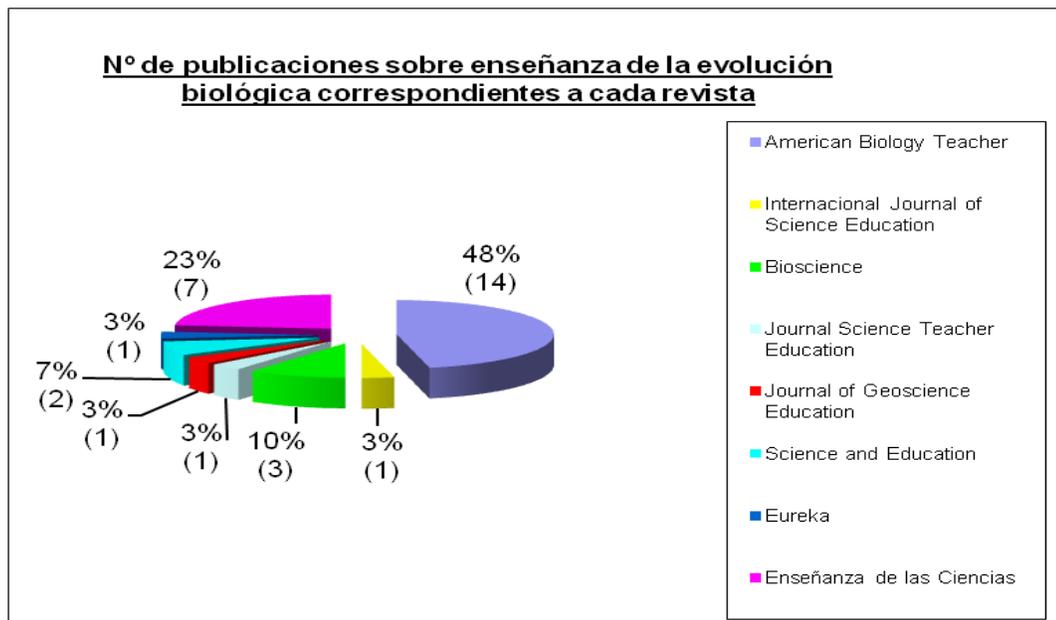


De las 8 revistas revisadas, la mitad son de origen estadounidense siendo para esta investigación el país con mayor cantidad de revistas, con el 64% de la producción total. Es importante aclarar que no todas las publicaciones que se encuentran en las revistas norteamericanas pertenecen a trabajos de ese país, así, por ejemplo se encuentran Boersma, K. 2006) y “*Student’s intuitive explanations of the causes of homologies and adaptations*” (Kampourakis, K. y Zogza, V. 2008) en Grecia.

La revista con mayor número de publicaciones relacionadas con enseñanza de la evolución en los últimos cinco años fue American Biology Teacher con 14 (48%) seguida por Enseñanza de las Ciencias, 7 (23%), Bioscience, 3 (10%), Science and Education, 2 (7%), Eureka, Geoscience, Science Teacher Education E internacional Journal of Science Education cada uno con un 1 (3%) (Ver gráfico 3).

Gráfico 3. Publicaciones sobre enseñanza de la evolución biológica correspondientes a cada revista. n=30

El que *The American Biology Teacher* sea la revista con mayor número de publicaciones relacionadas con la enseñanza de la evolución biológica (ver gráfico 3), se puede interpretar de varias formas, una de ellas es la actual controversia existente en la mayoría de estados norteamericanos con respecto a la enseñanza de este tema en las escuelas públicas, lo que genera por parte de la comunidad de profesores de biología de ese país un interés en la investigación y divulgación para la solución de esta problemática, también



puede deberse a que el presente estudio sólo tuvo en cuenta los últimos cinco años (2005-2009), y en el 2009 dicha revista publicó un monográfico referente a la evolución, por motivo del aniversario de esta teoría. Por otro lado, tener a Enseñanza de las ciencias con un 23% del total de publicaciones como la segunda revista con publicaciones sobre el tema muestra el creciente interés que se ha venido suscitando con respecto a la didáctica de la biología en Hispanoamérica en los últimos años.

Por otra parte, vale la pena resaltar el surgimiento de la revista *Evolution: Education and Outreach* el 2008, editada por el reconocido biólogo evolutivo Niles Eldredge que tiene entre sus objetivos promover una comprensión precisa acerca de la teoría evolutiva por parte de las personas en general, explorando las aplicaciones prácticas de los principios evolutivos en la vida cotidiana, de la misma forma ofrece herramientas para su enseñanza tales como actividades en el aula, presentaciones en PowerPoint y podcasts descargables.

Enfoques y estrategias en la enseñanza de la evolución biológica

Son múltiples las formas como se enseña esta teoría científica en el aula, y no es difícil encontrar actividades, estrategias y contenidos dirigidos a la apropiación del concepto evolutivo. Existen investigaciones como la de Domènech, M. y Lope, S. (2009) que señalan la importancia de contextualizar la evolución con las competencias básicas, generando actividades centradas en la argumentación, para que los estudiantes estén en la capacidad de aplicar ese conocimiento de manera práctica y transversal buscando de esa manera no solamente que el estudiante tenga un dominio específico, sino que también pueda relacionarlo con otros contextos y disciplinas. Para el caso de la evolución biológica la “contextualización histórica como estrategia didáctica” favorece la visión global y compleja del modelo evolutivo recalcando la importancia de aplicar los contenidos de evolución a nuevas situaciones y contextos.

En ese orden de ideas, Scharmann, L. (2005) resalta la oportunidad y- en mi opinión, la obligación-, que tiene el profesor de biología de utilizar el pensamiento evolutivo como eje transversal en sus clases, entre otras, porque la evolución biológica permite dar solución a gran cantidad de preguntas, así como predecir ciertos acontecimientos. En palabras de Scharmann desarrollar una “estrategia proactiva” encaminada a enseñar la teoría evolutiva como una herramienta de uso biológico que favorece el desarrollo de alternativas a problemáticas actuales como lo son la salud (vacunas, antibióticos) y agroeconómicas (pesticidas, herbicidas, control de plagas), sin importar los cuestionamientos personales que tengan los individuos acerca de la evolución. Así pues, la evolución biológica se entiende como un concepto multipropósito dentro de la enseñanza de las ciencias

Igualmente, Desantis, L. (2009), en su artículo “*Teaching evolution through inquiry based lessons of uncontroversial science*” propone mejorar la comprensión que los estudiantes tienen acerca de la teoría evolutiva por medio de un “módulo de investigación” basado en ciencias como la geología y física, teniendo como contenidos la estratigrafía, cladística, clasificación y selección natural. Dejando en evidencia la multidisciplinariedad del concepto evolutivo y la importancia de este no sólo a nivel biológico sino dentro de las ciencias en general.

Por otro lado, pero en el mismo sentido Cook, K. (2009) propone un aprendizaje de la evolución basado en proyectos (PLB) que facilita en el estudiante la habilidad de interpretar teorías y de tener una mejor comprensión de la naturaleza de las ciencias. El uso de preguntas orientadoras en los proyectos es fundamental para la motivación y el compromiso de los estudiantes. El autor, señala que la “evolución no ha sido resaltada en los currículos de ciencias de manera proporcional a su importancia debido a políticas oficiales, intimidación de los profesores de ciencias, la falta de comprensión del público en general acerca de la teoría evolutiva, y un siglo de controversia”.

La evolución biológica como tema controvertido

Es pertinente mostrar de manera breve las implicaciones de la teoría evolutiva y su enseñanza en distintos contextos, permitiendo así obtener una perspectiva general sobre estructura social y las distintas formas en que se ha abordado su enseñanza a lo largo del siglo pasado.

En la Inglaterra del siglo XIX la teoría evolutiva cayó “como anillo al dedo” a la ideología pleno desarrollo industrial y empezaban a mostrar un sistema productivo fundamentado en el capital, la propiedad privada y la manufactura de productos, dicha economía influyó en la teoría propuesta por el naturalista Charles Darwin (Browne, J. 2008). “Hay que recordar que la Gran Bretaña del siglo XIX era una potencia mundial y el país en el que se había inaugurado la revolución industrial. El crecimiento del bienestar y el dominio británico daban motivo de sobra para un optimismo victoriano que equiparaba la evolución con el desarrollo progresivo.” (Buskes, C. 2009 pp. 417).

Por otra parte, “en los países socialistas la enseñanza de la evolución estaba conforme con las teorías marxistas, y era común, combinar hechos biológicos con elementos de ideología política, en particular al explicar la evolución humana” (Swetz, F. 1986; Swarts, F. et al, 1994). La psicología soviética estuvo influenciada por el materialismo dialéctico, en donde Engels (1820 - 1895) estuvo influido en parte por la teoría evolutiva, ligando la dialéctica a ese continuo cambio y reorganización de la materia, según esta doctrina la evolución se caracterizaba por un “proceso de transformaciones discontinuas y bruscas” (Zumalabe, J. 2006). De la misma forma Vygostky (1896 - 1934) mostró su influencia “biologicista” al definir al hombre como un “animal genéticamente social” (Ivic, I. 1994). En relación con esto Fourez, G. (2000) resalta que este tipo de visión marxista de la ciencia en donde se trataba de demostrar como las ciencias son el resultado de transformaciones económicas de la sociedad occidental tuvo grandes implicaciones en la sociedad europea de mediados del siglo XX.

Más recientemente, en la educación secundaria italiana, antes de marzo del 2004, los programas de las clases de ciencias señalaban que había que enseñar a los chicos “los orígenes y la evolución biológica y cultural de la especie humana; sin embargo, esta voz ha sido silenciada y no se ha vuelto a reintroducir: ahora el origen del hombre, en la actual escuela obligatoria italiana se puede discutir si acaso durante la clase de religión” (Pievani, T. 2009 pp. 8).

Por su parte, Jiménez, M. y González, F. (2002) hacen una revisión del tema en los libros de texto de E.S.O (Enseñanza Secundaria Obligatoria en España) en donde hacen un recuento histórico acerca de la enseñanza de la evolución, sus resultados muestran que en España, también se han dado las polémicas religiosas comunes a la mayoría de países, los autores señalan varias investigaciones sobre los textos de estudio vigentes en la Educación Secundaria del sistema B.U.P (Bachillerato Unificado Polivalente), una de ellas, la de Sequeiros, L. (1982) quien “analiza 19 textos de 1º de B.U.P. concluyendo que los textos seguían ofreciendo muchas pautas convencionales en la visión de la evolución. También resalta que en los textos analizados se mezclan categorías extra científicas en el desarrollo del tema, por sus alusiones a la filosofía y religión.”

El estudio más completo según Jiménez, M. y González, F. (2002), es el de Jiménez Aleixandre (1990,1994), donde “se revisaron 17 textos publicados entre 1975 y 1988,

pertenecientes 14 de ellos a 1º B.U.P. y tres al C.O.U. (Curso de Orientación Universitaria). El trabajo se plantea dentro del marco general de la enseñanza por cambio conceptual y postula que la enseñanza tradicional de la biología no modifica sustancialmente las concepciones alternativas de los estudiantes”. En su investigación de análisis de los textos, la autora concluye que tanto el tratamiento conceptual como metodológico son deficientes en la mayoría de los textos, y aspectos relevantes dentro de la teoría evolutiva como lo son la herencia y la variación intraespecífica se les presta poca atención. También concluye “que si consideramos que los textos son un buen índice de la forma como se enseña el tema, es difícil lograr un aprendizaje significativo y un cambio conceptual que transforme las ideas lamarckistas que amplios sectores de los estudiantes poseen al iniciar el estudio de los temas evolutivos.”

En América latina la enseñanza de la evolución biológica no se aleja de las problemáticas evidenciadas en el norte, en Colombia el debate no se ha planteado, y aunque dentro de los estándares de ciencias naturales de los grados octavo y noveno se muestra la importancia de manejar conocimientos como “formular hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos, establecer relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos y comparar diferentes teorías sobre el origen de las especies”. No se evidencia la necesidad de abordar el concepto evolutivo como principio explicativo de la variabilidad en las poblaciones y diversidad biológica, además, sorprende la ausencia de la teoría en los ítems relacionados con ciencia, tecnología y sociedad y desarrollo de compromisos personales y sociales, restándole importancia al pensamiento evolutivo, tampoco se le da tiempo en los planes de estudio.

Por su parte, en México no existe una problemática entre la enseñanza de la teoría evolutiva y el sistema educativo, Lazcano, A. (2005) en un artículo publicado en la revista *Science* titulado “*Enseñando la evolución en México: predicando al coro*” concluye que “los mexicanos somos hijos de la Ilustración, y en este sentido mucho más tolerantes a convivir con ideas diferentes, de tal modo que esta tradición ha influido en que no tengamos en la actualidad conflictos por la enseñanza de la ciencia en las escuelas” además, resalta el papel del estado y afirma que se entregan constantemente folletos en las escuelas públicas con información sobre la teoría evolutiva, finaliza diciendo que “un signo más de que en México los educadores y estudiantes han acogido con interés las ideas de Darwin está en el hecho de que soy invitado con frecuencia a hablar sobre el origen y la evolución de la vida en escuelas públicas y privadas de México, incluso las dirigidas por congregaciones religiosas”.

Por otra lado, Brasil parece tener el mayor interés en la región, así, uno de los resultados de esta investigación muestra que la Universidad de Sao Paulo es uno de los lugares donde más se investiga la enseñanza de la evolución. En general, se empieza a dilucidar una consolidación dentro del campo del conocimiento de la enseñanza de la biología dirigida a este tema, autores como Jiménez, Meinardi, González y Lazcano entre otros evidencian dicha tendencia.

Para finalizar, vale la pena resaltar que la evolución biológica ha sido un tema controvertido dentro del sistema educativo desde la publicación del Origen de las Especies por Charles Darwin, hace más de 150 años ha sido objeto de burlas, escándalo y resistencia por parte de sectores relevantes dentro de la sociedad (Ayala, F. 2007), principalmente en Estados Unidos, donde la religión cumple un papel fundamental en la

dinámica social, la teoría ha tenido cierta resistencia por parte de comunidades religiosas a lo largo y ancho del territorio nacional durante buena parte del siglo XX (Alper, M. 2008). Desde los años 70 del siglo XX la tendencia ha sido reducir la extensión y énfasis puesto en la temática evolutiva. En los años 80, además se aprecia cómo se menciona a la creación como una posible explicación al origen de la vida, otorgándole en los textos científicos un lugar que podríamos calificar, cuanto menos de insólito (Jiménez y González, 2002).

Exactamente respecto a los contenidos que deben tener los planes de estudio acerca de la explicación del origen y diversificación de lo vivo. Es por esto que en los últimos años se ha debatido si es pertinente la enseñanza de la evolución en las escuelas, o si se requiere de alternativas como el diseño inteligente. Sin embargo, en el ámbito científico, no hay dudas acerca de la importancia de la teoría evolutiva y la Academia Nacional de Ciencias, la Asociación Americana para el avance de la Ciencia junto a la Asociación Nacional de Profesores de Ciencias resaltan la importancia de utilizar la evolución como se le da a éste tema en los estándares no es mayor al de cualquier otro concepto dentro del currículo y tiende a verse como un tema controvertido y difícil de enseñar dentro de las ciencias. Encuestas llevadas a cabo por Bandoli, J. (2008), en los estados de Ohio e Indiana a estudiantes recién graduados del colegio evidencian como la evolución es un tema abordado en menos de una semana, y en determinadas ocasiones el término “evolución” y “procesos evolutivos” son evitados por los profesores, en algunos casos por temor al enojo por parte de las directivas, o los padres.

Con base en lo anterior, y sumando otras problemáticas presentes en el contexto norteamericano se podría sintetizar en tres razones las causas por las que la evolución biológica es un tema controvertido en las escuelas: 1).El fundamentalismo religioso 2).La politización de la evolución, y 3). La mala comprensión de la genética en particular y de la teoría evolutiva en general por parte de los adultos (Hermann, R. 2008). El autor sostiene, que al ser una tema controvertido, con mayor razón debe incluirse en una educación científica, en primer lugar porque al abordar el carácter controvertido de un tema, los estudiantes deben ser capaces de llegar a sus propias posiciones, en segundo lugar, las cuestiones controvertidas generan desacuerdos relacionados con las distintas interpretaciones de la validez y grado de aceptación de las teorías científicas. Por último, los temas controvertidos proporcionan a los estudiantes de ciencias oportunidades para pensar y reflexionar sobre algunos aspectos de las teorías que se encuentran envueltos en la incertidumbre apropiando se esa manera la forma como los científicos realizan la ciencia.

Por otra parte, existen varias investigaciones relacionadas con la forma cómo se está enseñando la evolución biológica en las escuelas públicas de Estados Unidos y cómo los profesores de biología perciben la evolución biológica en dicho país. A propósito, Moore, R. y Kraemer, K. (2005) en su investigación titulada “*The teaching of evolution and creationism in Minnesota*”, realizaron encuestas entre los años 1995-2003 a 203 profesores, encontrando que no existen cambios considerables en las respuestas a los largo de los 8 años, y que aproximadamente 1 de cada 5 profesores no enseña el creacionismo, más sin embargo cree de alguna manera en él. Para el lector que se encuentre interesado en investigaciones similares puede consultar a Aguillard, D. (1999) para el caso de Louisiana; Eglin, P.G. (1983) para Georgia; Fuerts, P. (1984) Ohio; Osif, B.A. (1997) en Pennsylvania o Shankar,G. (1989) para el caso de Texas. Del mismo

modo, Moore, R. (2002, 2002b, 2003, 2004) ha dedicado buena parte de su investigación al tema de la evolución biológica como tema controvertido en los Estados Unidos.

Por último, resulta interesante analizar el impacto del aumento de los conocimientos de evolución en los profesores de ciencias, objetivo del trabajo investigativo realizado por Nehm, R.H. y Schonfeld, I.S. (2007) titulado: *“Does increasing biology teacher knowledge of evolution and thenature of science lead to greater preference for the teaching evolution in schools?”* En el cual, 44 profesores de biología de secundaria en Nueva York participaron en un curso de 14 semanas donde se trabajaron concepciones erradas de evolución. Los resultados muestran que las ideas erradas de los profesores no son muy distintas a la de los estudiantes de colegio, malinterpretaciones acerca de la naturaleza de las ciencias se evidencian en afirmaciones como: “las teorías son convertidas en hechos” o “la evolución no puede ser probada”. Por otro lado, más del 25% de los maestros utilizó argumentos de “uso y desuso” dando explicaciones fundamentadas en “la necesidad de la evolución”. En conclusión, se determinó que un aumento estadísticamente significativo en el conocimiento del profesor sobre evolución no se traduce en una mayor preferencia por enseñar evolución de una manera distinta en los colegios. La mayoría de profesores insistía en que a los estudiantes se les enseñara algo de creacionismo después de haber tomado el curso.

Por otra parte, Nehm y Schonfeld señalan tres desafíos centrales en la enseñanza de la evolución: 1).Comprender las interrelaciones entre variables cognitivas, afectivas, epistemológicas y religiosas que contribuyen a la perspectiva anti evolutiva en individuos de diferentes edades y niveles educativos; 2).Diseñar, implementar y evaluar estrategias que promuevan modelos cognitivos de evolución y 3). Reducir los niveles de actitudes anti evolutivas.

De modo similar, Hahn, D, Brem, S.K y Semken, S. (2005), examinan las representaciones conceptuales de los profesores acerca del proceso evolutivo, por medio de las narrativas personales acerca de una especie humanoide imaginaria de un planeta lejano. Encontrando, que las narrativas tienen la tendencia a mostrar los cambios evolutivos con consecuencias morales y sociales dirigidas hacia la optimización y el mejoramiento.

El pensamiento de árboles filogenéticos como estrategia para la enseñanza de la evolución biológica.

Es bien sabido por la comunidad especializada, que los árboles filogenéticos son una excelente estrategia para que el estudiante/investigador apropie los conceptos claves de la evolución, mediante el uso/construcción de los árboles, aspectos claves dentro de la evolución, como lo son la diversidad biológica, ancestro común, patrones moleculares de especies vivientes y extintas, bioestadística, eras geológicas y tiempo profundo pueden ser entendidos a profundidad. Sin embargo, como lo evidencian Baum, D. y Ofner, S. (2008) en su trabajo titulado *“Phylogenies and tree-thinking”* dicha temática no se utiliza frecuentemente en las escuelas ni aparece dentro del currículo. Por lo tanto, es fundamental que los profesores empiecen por una parte a utilizar el pensamiento filogenético como estrategia educativa alternativa para la enseñanza de la evolución y por otra a realizar propuestas que conduzcan a cambios en los contenidos de los planes de estudio referentes a la evolución biológica.

En este mismo artículo, los autores argumentan que el tree-thinking ayuda a integrar conceptos evolutivos durante todo el currículo y posibilita al estudiante aprender la estructura, y el marco organizacional de la diversidad biológica. En palabras más sencillas: los árboles filogenéticos son para el estudiante de evolución, lo que los mapas son para el estudiante de geografía. “La utilización de ciertos árboles filogenéticos como el de los tetrápodos permite al profesor de biología enlazar durante todo el año, las diferentes temáticas.” (Baum y Ofner, 2008). Además, por medio de la adecuada comprensión y realización de árboles filogenéticos, los estudiantes logran comprender la actual diversidad de la vida, la idea de descendencia común, así como la forma cómo se llega a construir el conocimiento biológico.

De modo similar, Martin, N. y Craig, N. (2005), señalan que la base para una adecuada comprensión de evolución es comprender los árboles filogenéticos, y muestran la marcada tendencia que existe por parte de profesores de enseñar la clasificación de los seres vivos utilizando tuercas, clavos y puntillas. Sin embargo, aclaran que es pertinente tener más cuidado a la hora de querer explicar la clasificación de los grupos biológicos por medio de objetos, ya que la naturaleza de los mismos es distinta, además que actualmente se tiene en cuenta factores moleculares que poseen mayor exactitud. Para finalizar, Latham, L. (2008) utiliza un software simulador de una población de Critters (criaturas de una película de los 80's) en el que se trabaja conceptos como: árboles filogenéticos, selección natural, deriva genética y mutaciones. Mostrando cómo el uso de estas herramientas, posibilita poner en evidencia procesos que, en las poblaciones naturales son difíciles de observar, convirtiéndose el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en recursos fundamentales a la hora de enseñar biología evolutiva.

El juego y otros recursos como herramientas en la enseñanza de la evolución biológica

El juego desempeña un papel fundamental en la construcción de conocimiento de los estudiantes, además de establecer vínculos afectivos y sociales importantes en el desarrollo de la personalidad de los individuos. A lo largo del tiempo los juegos han sido un recurso fundamental en la enseñanza y cada vez más profesores se ven motivados a utilizar esta herramienta a la hora de abordar conceptos difíciles de comprender. El caso de la evolución biológica no es la excepción y video juegos como Spore diseñado por Will Wright son reconocidos por ser un excelente experimento darwiniano, ideal para que los estudiantes aficionados a este tipo de juegos, logren comprender algunos principios de la teoría evolutiva (para mayor información puede consultar www.spore.com).

Por su parte, Burton, S. y Dobson, C. (2009) diseñaron “*Utensilius plástica*” un juego que tiene como propósito que los estudiantes de secundaria logren comprender el concepto de selección natural, de esa manera el estudiante utilizando frijoles, cucharas y tenedores establece una población y una presión de selección, e identifica las ventajas y desventajas de ser favorecido por la selección natural. La aplicación del juego concluyó, entre otras cosas, que se corrigieron ideas equivocadas de los estudiantes como lo son: “los cambios en los rasgos son el resultado de una necesidad”, “no reconocer el papel del éxito reproductivo en la evolución” y “las mutaciones son perjudiciales para la salud”.

Otra propuesta didáctica es la realizada por Mengascini, A. y Menegaz, A. (2005), titulada “*El juego de las mariposas, propuesta didáctica para el tratamiento del cambio biológico*”

basada en el famoso caso de la polilla *Biston bitularia*, en dicha investigación, antes de la implementación del juego, realizaron un test donde se indagaron ideas previas de los estudiantes. Dentro de las conclusiones se encuentra que las concepciones alternativas evidenciadas son posturas lamarckistas y finalistas acordes con lo registrado en la bibliografía consultada (Grau Sánchez, 1993). Luego de implementar el juego, se plantean dificultades para comprender la idea de tiempo en escala evolutiva, el cambio sucede en una sola generación; se explica casi exclusivamente a través de los cambios experimentados por el individuo, sin considerar a la población como unidad de análisis. Cabe resaltar que el juego fue implementado en futuros profesores de biología.

En el ámbito local, el *juego de simulación como propuesta didáctica para abordar el concepto de evolución biológica* dirigido a estudiantes del ciclo conceptual C del Instituto Alberto Merani en Bogotá realizado por Ramírez, L. (2010), es otra interesante propuesta para la comprensión de la evolución biológica a través del juego. Su juego titulado: *EVOLUCIÓN – Donde la carrera es sobrevivir y la meta es la reproducción*, concebido para superar algunos obstáculos al aprendizaje del concepto científico de evolución biológica, pretende introducir elementos teóricos que posibiliten la comprensión del concepto. El juego mostró ser eficaz en algunos estudiantes, se evidenció la introducción de conceptos esenciales para la comprensión de la evolución biológica como los son variabilidad intraespecífica, selección natural, herencia entre otros.

Por otra parte, la ciencia ficción como estrategia didáctica a la hora de enseñar la evolución se convierte en una adecuada opción después de leer la investigación realizada por Bixler, A. (2007). Según la autora, la ciencia ficción desarrolla habilidades, motiva y toca aspectos fundamentales de la teoría evolutiva como lo son: mutación, variabilidad, selección natural, adaptación, genética, además toca aspectos morales, filosóficos y éticos, lo que lleva a tener una visión multidisciplinar de la naturaleza de las ciencias. Para la utilización de la ciencia ficción, señala Bixler, es favorable realizar grupos de discusión, desarrollar actividades donde se cuestione las implicaciones éticas de las películas, como el caso de la isla del doctor Moreu, igualmente problemáticas relacionadas con la selección natural en el Hombre araña. También se puede pedir a los estudiantes que rescriban la historia reparando las ideas erróneas que ella trae.

Ideas previas de los estudiantes entorno a la evolución biológica

Los trabajos de indagación de ideas previas sobre evolución son comunes. Cavallo, A. y McCall, D. (2008) tuvieron como objetivo principal explorar los patrones entre las creencias de los estudiantes de secundaria sobre la teoría de la evolución y su comprensión conceptual sobre evolución. Algunas de las problemáticas evidenciadas en la realización del estudio es que los estudiantes pueden no expresar sus ideas y opiniones libre y abiertamente sobre evolución debido a la intensa controversia y prejuicios de otros (padres, profesores, compañeros). Como resultado, las creencias de los estudiantes no cambian durante el curso, este hallazgo corrobora la literatura, que reporta creencias profundamente arraigadas en una persona y la improbabilidad de que cambien en un corto periodo de tiempo. Los autores señalan, que la “evolución es multipropósito, de modo que los estudiantes pueden aprender la ciencia de lo que la teoría establece, el significado social de la misma y su importancia en la comprensión de la propia naturaleza de las ciencias, lo que significa que la teoría está apoyada en evidencia y explicaciones empíricas dadas por los datos. Claramente nuevas evidencias en la teoría evolutiva han alterado las concepciones científicas a través del tiempo y

continuaran haciéndolo mientras nuevas evidencias y descubrimientos se agreguen al conocimiento existente”.

Por su parte, Baumgarther, E. y Duncan, K. (2009) en su publicación titulada: “*Evolution of Student's ideas about natural selection through a constructivist framework*” resaltan que, a los estudiantes les cuesta comprender cómo un individuo representa la variabilidad de toda una población y que esa variabilidad es necesaria para el cambio evolutivo, tampoco distinguen la diferencia entre individuo y especie cuando describen la selección natural. Los autores concluyen que después de la implementación de las clases se encontró una respuesta positiva al tema suministrado, es decir, un cambio de las concepciones lamarckistas a una mejor comprensión de la selección natural. Por otra parte, solo un estudiante mencionó el diseño inteligente en sus respuestas.

Por lo que vemos, el concepto que más se indaga a los estudiantes de secundaria es el de la selección natural, este resultado se evidencia con otras publicaciones, cómo lo son las de Kampourakis, K. y Zogza, V. (2008) que tiene como propósito, estudiar las explicaciones intuitivas de estudiantes entre 14-15 años, acerca de los procesos evolutivos, principalmente el de selección natural, concluyendo que las explicaciones de los estudiantes muestran la finalidad que suelen darle a los organismos vivos y un pensamiento antropomorfo. Paralelamente, Bishop, B.A. y Anderson, C.W. (1990) encuentran resultados similares a los citados anteriormente en el trabajo llamado: “*Student conceptions of natural selection and its role in evolution*”. Otra investigación relacionada con la indagación de ideas previas sobre selección natural es la tesis doctoral realizada por Jiménez-Aleixandre, M.P. (1992) titulada “los esquemas conceptuales sobre la selección natural: análisis y propuestas para un cambio conceptual así como su artículo titulado “*Teaching evolution and natural selection: a look at textbooks and teachers*” realizado en 1994.

En el marco del VIII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACION EN LA DIDACTICA DE LAS CIENCIAS organizado por la Universidad Autónoma de Barcelona y la Universidad de Valencia en el año 2009, se presentaron varios trabajos relacionados con la enseñanza de la evolución biológica. Entre los cuales se encuentran: “*El pensamiento finalista como obstáculo epistemológico para la enseñanza del modelo darwiniano*” por Gonzalez Galli, L. y Meinardi Belluscio, E; “*Evolucao biológica nos livros didáticos de biologia do ensino médio*”. Roma, V. y Motokane, M. En ese mismo congreso, la publicación sobre concepciones acerca de la evolución humana realizada por Silva, C. y Lavagnini, T. (2009) muestra como el 5% de los estudiantes se acercan indirectamente a la visión científica aceptada que afirma que los monos y humanos poseen un ancestro común, y el 42% niega la necesidad de desarrollar sus respuestas basándose en concepciones creacionistas. Para finalizar, Salgado de Mattos, M y Silva, M (2009), realizaron una investigación acerca de las concepciones de los estudiantes en secundaria acerca de evolución, encontrando que la comprensión del tiempo de la vida en la tierra es fundamental para una correcta comprensión de la evolución biológica.

Recursos en la Web

En Internet existen varias páginas especializadas en la enseñanza de la evolución biológica, algunas de ellas poseen información acerca de las tendencias así como

material educativo que los maestros pueden utilizar en sus clases. A continuación se muestra una lista de las páginas Web que más se citaron en las publicaciones analizadas.

Tabla 3. Páginas Web relacionadas con la enseñanza de la evolución biológica citadas en las publicaciones analizadas

| Páginas Web Relacionadas con la enseñanza de la evolución biológica | |
|--|--|
| 1 | www.pbs.org |
| 2 | www.anth.ucsb.edu |
| 3 | www.talkorigins.org |
| 4 | www.evolution.berkeley.edu |
| 5 | www.biologycorner.com |
| 6 | www.evogeneao.com |
| 7 | www.cbs.umn.edu/populus |
| 8 | www.EvoEdu.com |
| 9 | www.tolweb.org |
| 10 | www.tree-thinking.org |
| 11 | www.ucmp.berkeley.edu |

CONCLUSIONES

Con relación a los instrumentos de sistematización

El RAE y la matriz de categorización de la información tomados y modificados de Valbuena *et al* (2010) posibilitaron acopiar la información, y agrupar las diferentes tendencias para la posterior caracterización de las publicaciones sobre enseñanza de la evolución biológica.

La información sintetizada en los RAEs y sistematizada en las matrices se establecen como material de consulta importante para aquellas personas que requieran consultar información relacionada con la enseñanza de la evolución biológica.

Con relación a la caracterización de los contenidos de las publicaciones

Existe gran cantidad de publicaciones referentes a la enseñanza de la evolución biológica, por lo cual se tuvo que delimitar la información únicamente a publicaciones especializadas encontradas en base de datos electrónicas por medio de palabras clave, entre los años 2005-2009.

Las estrategias, juegos y actividades encaminadas a la apropiación de conceptos específicos junto a la indagación de ideas previas de los estudiantes son los contenidos más reiterativos en las publicaciones sobre enseñanza de la evolución biológica.

La mayoría de publicaciones abordan problemáticas relacionadas con la enseñanza aprendizaje de conceptos específicos entre los cuales se encuentran: La teoría evolutiva en su conjunto, selección natural, naturaleza de las ciencias, árboles filogenéticos, mutación, adaptación, ancestro común y evolución humana.

Los enfoques actuales muestran que es fundamental tanto para los estudiantes como para los profesores de ciencias comprender la evolución biológica, su historia y su

estrecha relación con la naturaleza de las ciencias, para poder así utilizar la evolución como principio explicativo fundamental dentro de las ciencias de la vida.

La población más estudiada en las publicaciones analizadas corresponde a estudiantes de secundaria. En segundo lugar se encuentran las realizadas a futuros profesores.

En el rastreo que se realizó en las revistas especializadas en educación en ciencias de Colombia, no se encontró información relacionada con la enseñanza de la evolución biológica.

Existe una comunidad académica establecida, principalmente en los Estados Unidos, interesada en investigar sobre los problemas relacionados con la enseñanza de la evolución biológica.

The American Biology Teacher es la revista donde más se publica sobre la enseñanza de la evolución correspondiendo al 48% de las publicaciones seleccionadas y analizadas en este estudio.

2008 y 2009 son los años con mayor número de publicaciones sobre la enseñanza de la evolución biológica.

Las metodologías utilizadas en los trabajos analizados corresponden en su mayoría a metodologías propias de la didáctica de las ciencias, donde las investigaciones cualitativas son las que más preponderancia tienen.

En cuanto a los autores, solo uno de ellos: Randy Moore es reiterado. Sin embargo, en las fuentes bibliográficas de las publicaciones se encontró que existen autores como Jiménez Aleixandre, Brian Alters, Jensen Murray y el mismo Moore, con un amplio recorrido en la investigación de este tema, evidenciando la existencia de una comunidad investigativa relacionada con la enseñanza de la evolución.

Las publicaciones analizadas corroboran la importancia de la evolución para el entendimiento de los sistemas vivos y la importancia que tiene este concepto en los planes de estudio y currículos de los profesores de biología en formación así como en la educación básica.

AGRADECIMIENTOS

A la familia Araujo Llamas, Al Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional, a la línea de investigación Conocimiento Profesional del Profesor en Ciencias en particular al profesor Robinson Roa Acosta por asesorar este trabajo investigativo y a Andrea Hernández por su apoyo incondicional.

REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

AGUILLARD, D. (1999). Evolution education in Louisiana public school: A decade following Edwards v. Aguillard. *The American BiologyTeacher*, 61, 182-188.

ALPER, M. (2008). *Dios está en el cerebro. Una interpretación científica de la espiritualidad humana y de Dios*. Editorial Norma. Bogotá.

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. (2010). <http://www.sciencemag.org/> (Fecha de consulta: 15 Abril de 2010)

AYALA, F. J. (2008). *Darwin y el diseño inteligente*. Alianza Editorial. Madrid.

BANDOLI , H. J. (2008). Do State Science Standards Matter? Comparing Student Perceptions of the Coverage of Evolution in Indiana and Ohio Public High Schools. *The American Biology Teacher*, 70 (4), 212

BAUM, D y OFFNER S. (2008). Phylogenies and tree-thinking. *The American Biology Teacher*, 70(4),222.

BAUMGARTNER, E. y DUNCAN K. (2009). Evolution of student's ideas about natural selection through a constructivist framework. *The American Biology Teacher*.71 (4), 218.
BISHOP, B.A. y ANDERSON, C. W. (1990). Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), 415-427.

BIXLER, A. (2007). Teaching Evolution with the Aid of SCIENCE FICTION. *The American BiologyTeacher*. 69 (6) 337

BROWNE, J. (2008). *Charles Darwin: viajes: una biografía*. Universidad de Valencia: servei de publicacions.

BURTON, S, y DOBSON, C. (2009). Spork & Beans: Addressing Evolutionary Misconceptions *The American Biology Teacher*; 71 (2), 89.

BUSKES, C. (2009). *La herencia de Darwin. La evolución en nuestra visión del mundo*. Herder Editores. Barcelona.

CALVO, G y CASTRO, Y. (1995). *Estado del arte sobre la investigación de la familia en Colombia, Bogotá, Ministerio de Salud, ICBF*. Centro de Documentación Universidad Pedagógica Nacional, CIUP-UPN. (Documento mecanografiado).

CAVALLO A. M. L. y Mc CALL, D. (2008). Seeing May Not Mean Believing: Examining Students Understanding and Beliefs in evolution. *The American BiologyTeacher*. 70 (9)

CERDA, H. (2003). *La nueva evaluación educativa*. Bogotá: Magisterio

COOK, K, A (2009). Suggested project – based Evolution unit for High School: Teaching Content Through Application. *The American Biology Teacher*. , 71(2), 95.

DESANTIS L. R. G. (2009). Teaching evolution trough inquiry based lessons of uncontroversial Science. *The American Biology Teacher*. 71 (2), 106

DOMÈNECH G, M. y LOPE P, S. (2009). Propuesta de actividades de aula sobre evolución: otros prismas y contextos. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.1148-1153.

EGLIN, P. G. (1983). Creationism versus evolution. A study of opinions of Georgia science teachers. Unpublished doctoral dissertation, Georgia State University, Atlanta.

ESTÁNDARES BÁSICOS DE COMPETENCIAS EN CIENCIAS NATURALES Y Educación Nacional. República de Colombia.

FERNÁNDEZ, F. (2002). El análisis de contenido como ayuda metodológica para la investigación. *Ciencias sociales*, junio, numero 96, Vol II pp 35-54.

FERNÁNDEZ, M. (2007). *Estado del arte de la maestría en educación de la universidad santo tomas 2005-2006*. Bogotá –Colombia.

FOUREZ, G. (2000). *La construcción del conocimiento científico: sociología y ética de la ciencia*. Segunda Edición, Ediciones Narcea Madrid.

FUERST, P. (1984). University students understanding of evolutionary biology place in the creation/evolution controversy. *Ohio Journal of Science*. 84(5), 218

GALEANO MARÍN, M.E. (2009). *Estrategias de investigación social cualitativa. El giro en la mirada*. La carreta Editores. Colección Ariadna. Medellín.

GONZÁLEZ, G.L. y MEINARDI B,E. (2009). El pensamiento finalista como obstáculo epistemológico para la enseñanza del modelo darwiniano. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*. 1274-1276.

GRAU, R. (1993): Revisión de concepciones en el área de la evolución. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (1): 87-89.

HAHN D; BREM S.K. y SEMKEN S. (2005). Exploring the Social, Moral, and Temporal Qualities of Pre-Service Teachers' Narratives of evolution. *Journal of Geoscience Education*. 53 (4), 456.

HERMANN, R.S. (2008). Evolution as a controversial issue: a review of instructional approaches. *Science and Education*. 17. 1011–1032.

IVIC, I. (1994). Lev semionovich Vygotsky (1896 - 1934). *Perspectivas: revista trimestral de educación comparada (París, UNESCO: Oficina Internacional de Educación)*, Vol XXIV, pp. 773 – 799.

JIMÉNEZ, A. (2006). *La práctica investigativa en ciencias sociales*. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá D.C.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (1990). *Los esquemas conceptuales sobre la selección natural: análisis y propuestas para un cambio conceptual*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (1994). Teaching evolution and natural selection: a look at textbooks and teachers. *Journal of Research in Science Teaching* Vol. 31, pp. 519-535.

JIMÉNEZ, M. y GONZÁLES, F. (2002). *Evolución y selección natural en textos logse*. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. España.

KAMPOURAKIS, K. y ZOGZA, V. (2008). Students' intuitive explanations of the causes of homologies and adaptations. *Science & Education* 17. 27–47

LATHAM, L. G II. y SCULLY, E. P. (2008). Critters! A realistic simulation for teaching evolutionary biology. *The American Biology Teacher*. 70 (1), 30.

LAZCANO, A. (2005). Teaching evolution in Mexico: Preaching to the choir. *Science*. 310 pp. 787 – 789.

LERMA, H.D. (2004). *Metodología de la investigación*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

- MARTIN, N. y CRAIG, N. (2005). Beware of Nuts & Bolts: Putting Evolution into the Teaching of Biological Classification. *The American Biology Teacher*, 67 (5), 283.
- MENGASCINI A. y MENEGAZ A. (2005). El juego de las mariposas. Propuesta didáctica *Ciencias*. 2 (3), 403-415.
- MEZA, L, G. (2002). Metodología de la investigación educativa: Posibilidades de integración. *Comunicación*, 12 (001), 1-13
- MOORE, R. (2002). Teaching evolution: Do state standards matter? *BioScience*, 52(4), 378- 381.
- MOORE, R. (2002b). The sad status of evolution education in American schools, *The Linnean*, 18, 26-34.
- MOORE, R. (2003). Legal issues surrounding evolution and creationism. *The Science Teacher*. 70(8).68-69.
- MOORE, R. (2004). When a biology teacher refuses to teach evolution: A talk with Rod LeVake. *The American Biology Teacher*, 66(4), 246-250.
- MOORE, R. y DECKER, M. (2010). *Chronology of the evolution-creationism controversy*. Greenwood Publishing Group. United States of America.
- MOORE R, y KRAEMER K. (2005). The teaching of evolution and creationism in Minnesota. *The American Biology Teacher* 67 (8), 457–466.
- NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION. (2010). <http://www.nabt.org/websites/institution/index.php?p=1> (Fecha de consulta: 15 Abril de 2010)
- NEHM, R. H. y SCHONFELD, I. S. (2007). Does Increasing Biology Teacher Knowledge of Evolution and the Nature of Science Lead to Greater Preference for the Teaching of Evolution in Schools?. *J Sci Teacher Educ*. 18.699–723.
- OSIF, B. A.(1997). Evolution and religious beliefs: A survey of Pennsylvania high school teachers. *The American Biology Teacher*. 59, 552-556.
- PIEVANI, T. (2009). *La creación sin dios*. Cambridge: Akal ediciones.
- RAMÍREZ, L C. (2010). *Juego de simulación como propuesta didáctica para abordar el concepto evolución biológica*. (Tesis pregrado). Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C
- ROMA, V. y MOTOKANE, M. (2009). Evolução biológica nos livros didáticos de biologia do ensino médio. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona. 3014-3018.
- SALGADO DE MATTOS, M. y SILVA, M. (2009). Concepções de evolução entre alunos do sétimo ano do ensino fundamental em uma escola brasileira. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*. 2524-2528.
- SCHARMANN, C. L. (2005). A Proactive Strategy. *The American Biology Teacher*, 67, 1, pg. 12.
- SEQUEIROS, L. (1982). *Acercamiento pedagógico a las ideas de modernidad en Geología: trasfondo ideológico de Charles Lyell y Charles Darwin*. Actas II Simp.Nac.Enseñ. Geol. Gijón, pp 260 – 267.
- SHANKAR, G. (1989). *Analysis of factors influencing the teaching of evolution and creationism in Texas public high school biology classes*. Unpublished doctoral dissertation, Texas Tech University, Lubbock, TX.
- SILVA F,C; LAVAGNINI C,T. y OLIVEIRA R,R.(2009). “o homem veio do macaco?” o que pensam os alunos da 3ª série do ensino médio sobre a evolução humana. . *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*. 2524-2528.

- 
- SKOOG, G. (1979). Topic of evolution in secondary biology textbooks: 1900–1977. *Science Education*, 63,621–640.
- SKOOG, G. (1984). The coverage of evolution in high school biology textbooks published in the 1980s. *Science Education*, 68, 117–128.
- SWARTS, F. A; ANDERSON, O. R. y SWETZ, F. J. (1994). Evolution in secondary school biology textbooks of the PRC, the USA and latter stages of the USSR. *Journal of Research in Science Teaching* Vol. 31, pp. 475 – 506.
- SWERTZ, F. J. (1986). Peking man to socialist man: the teaching of human evolution in China. *Science Education* Vol. 70, pp. 401 – 411.
- VALBUENA, E.O., AMÓRTEGUI, E., CORREA, M.A., BERNAL, S.I.(2010). *Estado del arte sobre el campo del conocimiento de la enseñanza de la biología*. Informe final de la investigación. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- ZUMALABE, J. (2006). El materialismo dialéctico, fundamento de la psicología soviética. *International Journal of Psychology and Phychological Therapy*.Vol. 6 nº 1, pp 21 – 50.