

Enseñanza de la evolución biológica y conceptos asociados por medio de la estrategia didáctica *The Caminalcules*

Nixon Alirio Medina Talero¹

Resumen

Este informe de investigación presenta los resultados de la implementación de la estrategia *La evolución y clasificación de los Caminalcules*, en dos colegios de Bogotá. La experiencia permitió a los estudiantes la construcción colectiva de los conceptos relacionados con ancestro común, árbol filogenético y evolución biológica. Además de los tres ejercicios planteados en el artículo de base, se diseñaron dos actividades adicionales para abordar los conceptos de especiación y selección natural, observando una elaboración conceptual bastante favorable por parte del estudiantado. Se recomienda proponer otras actividades novedosas a partir del ejercicio de original para aprovechar al máximo la estrategia didáctica.

Problemática

Diferentes historiadores de la ciencia concuerdan en afirmar que una de las obras más importantes e influyentes en la historia de la Biología y, a la vez, una de las más significativas para la ciencia moderna es *El Origen de las Especies* de Charles Darwin, y con ella la enseñanza de la teoría de la evolución biológica por selección natural. Pero, paradójicamente, a más de siglo y medio de su publicación, su abordaje y enseñanza dentro del salón de clases sigue siendo todo un desafío.

¹ Licenciado en Biología UDFJC, Especialista en Salud e Higiene Ocupacional UDFJC, Magíster en Docencia de la Universidad de la Salle, estudiante del Doctorado Interinstitucional en Educación DIE-UPN. Docente de la Secretaría de Educación del Distrito, Colegio Francisco Antonio Zea. Contacto: nixonmedita@gmail.com

Esta teoría y el conjunto de conceptos asociados a ella tienden a verse, en cierta medida, como controversiales y difíciles de enseñar (Naranjo, 2013; Cobeñas y Mateos, 2012). Las estrategias tradicionales para su enseñanza (libros de texto) están descontextualizadas y las representaciones tradicionales de la evolución la tienden a representar de manera lineal –las especies se van convirtiendo de más simples a más complejas, siguiendo una línea progresiva– lo que implica un obstáculo más para su enseñanza (Ramírez, 2012).

Lo anterior va acompañado de las posturas reduccionistas que impregnan gran parte del discurso científico y agotan las discusiones antes de que éstas inicien (Gutiérrez, 2004). Si a lo anterior se le suman las dificultades que enfrentan algunos de los docentes que advierten que los principales temas de la biología evolutiva estuvieron ausentes de su propia formación, el panorama se complejiza. Por ejemplo, en países como Bolivia, España y Colombia el eje evolutivo se incorporó en los contenidos básicos comunes para la primaria, en la educación secundaria de las últimas décadas (McInerney, 2009).

En el contexto colombiano, el Ministerio de Educación Nacional se aproxima tímidamente al interés por enseñar evolución biológica, pretendiendo a la vez que sea la teoría que articule buena parte de la enseñanza de la biología en básica y media, lo que concuerda con lo planteado con Torreblanca (2010) quien sostiene que la evolución es uno de los conceptos más importantes a enseñar, pues es el núcleo unificador de los contenidos de biología molecular, ecología, genética y biotecnología. Por lo anterior, cabe entender la importancia de valerse de recursos iconográficos contextualizados y significativos para su enseñanza (Ramírez, 2012), como videos, textos e imágenes, para una mayor motivación de los alumnos en el desarrollo del tema (Cobeñas y Mateos, 2012).

Los Estándares Básicos Para la Enseñanza de las Ciencias Naturales (2002) proponen que sea el maestro quien genere las condiciones necesarias para que el estudiante establezca relaciones entre mutación, selección natural y herencia; compare casos de algunas especies actuales que ilustren la selección natural; establezca relaciones entre el clima y las adaptaciones de algunos organismos representativos, formulando hipótesis acerca del origen y evolución de diferentes organismos. Lo anterior sigue conservando un enfoque reduccionista de la teoría evolutiva. Como lo expone Naranjo (2013): “la evolución no ha sido resaltada en los currículos de ciencias de manera proporcional a su importancia” (p. 17).

El estudio planteado por Araujo y Roa (2011) citado por Chaves (2013), mostró la poca participación del tema en las revistas especializadas, pero sí en temas relativos al neodarwinismo y con ello al reduccionismo. Teorías recientes como la evolución modular, el evo-devo y la endosimbiosis, poco permean los

ámbitos escolares, haciendo que los currículos se tornen caducos y propongan un tratamiento simplista y sesgado sobre algunos aspectos de la teoría darwiniana.

Cobeñas y Mateos (2012) realizaron una caracterización de la concepción del estudiantado sobre la evolución biológica. Esta gira, frecuentemente, en torno a tres ideas: i) el carácter finalista de la evolución biológica, ii) la herencia de los caracteres adquiridos –propia del Lamarckismo– y iii) la aceptación del modelo lineal de los procesos evolutivos –los seres vivos actuales representan diferentes estadios o etapas del proceso de la evolución. La investigación que se genera en torno a la enseñanza de la evolución y a las prácticas novedosas son de circulación restringida y los docentes experimentan dificultades para profundizar en su conocimiento. Como resultado, en la práctica docente no se utiliza conocimiento producido en la investigación didáctica a la hora de elaborar una unidad didáctica ni de intervenir en el aula (Gutiérrez, 2004).

Torreblanca (2010), recomienda contar con buenos recursos tales como documentos auténticos, videos, casos e investigaciones fundamentadas, lecturas y narraciones históricas, para que los alumnos construyan su propio discurso con la búsqueda de pruebas y evidencias. Al respecto, Gendron (2000) manifiesta cómo el uso de simulaciones y de árboles filogenéticos pueden ser considerados una herramienta importante para abordar el tema de la evolución biológica, dado que la evolución es un proceso lento y generalmente no se puede observar en el transcurso de un curso completo de genética de un año. La propuesta de los “*The Caminalcules*” se inscribe en la última línea.

Descripción de la actividad

En el año 2000, *The American Biology Teacher* –revista dedicada a la enseñanza de la biología– publica un artículo sobre la enseñanza de la evolución biológica denominado “*The Classification & Evolution of Caminalcules*”, escrito por Robert P. Gendron. La actividad adelantada fue reconocida como audaz y potente para el abordaje de conceptos como evolución biológica, taxonomía, árbol filogenético y ancestro común, entre otros.

Los *Caminalcules* (Caminálculos) son organismos imaginarios inventados por Joseph H. Camin, y dados a conocer por Sokal (1983), quien indica que “Camin creó sus organismos comenzando con un ancestro primitivo y poco a poco incorporó modificaciones a sus formas de acuerdo a las normas aceptadas del cambio evolutivo” (Citado en Gendron, 2000). La intención de Camin era desarrollar una filogenia susceptible de análisis (algo que es generalmente inalcanzable en el caso de los organismos reales) para evaluar críticamente distintas técnicas taxonómicas tales como la fenética y el cladismo. Gendron (2000), adaptó el ejercicio para su

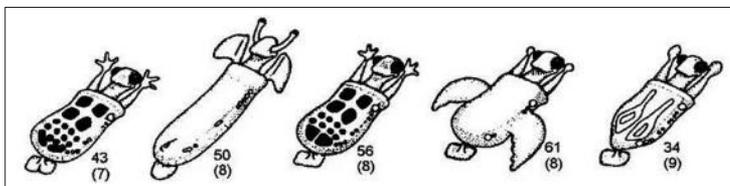
realización en el aula de clase. La ventaja del ejercicio planteado radica en que los Caminálculos tienen una historia evolutiva "real" diseñada a propósito, que cuenta con su registro fósil detallado. La presente experiencia de aula se basa en la implementación de este ejercicio.

Dicha actividad se implementó durante 2013 y 2014 en el Colegio Distrital Francisco Antonio Zea (Bogotá, Colombia), que atiende población rural y urbana de Usme. Durante el 2015 el ejercicio se realizó en el Colegio Distrital Rural El Destino de la misma localidad. Con el acompañamiento del IDEP y la Universidad Pedagógica Nacional se sistematizó y presentó un ejercicio formal de investigación de aula.

El *set* de Caminálculos cuenta con un total de 57 registros fósiles y 14 registros "vivos". Los estudiantes, con el abordaje conceptual previo referente a ancestro común, especiación, evolución, árbol filogenético, entre otros, y con la mediación del profesor, realizaron los tres ejercicios propuestos en el trabajo original: 1) Clasificar los Caminálculos agrupándolos en categorías taxonómicas –géneros, familias, etc.; 2) Con la clasificación se desarrolla un árbol filogenético tentativo; 3) La construcción de un árbol filogenético basado en el registro fósil. La investigación se centró en el tercer ejercicio (mapa evolutivo) en el cual, desde un único ancestro común pasando por todo un registro fósil, buscaba llegar a los 14 Caminálculos "vivos".

Con base en las semejanzas y diferencias entre un Caminálculo y otro, y los datos numéricos, los estudiantes tuvieron que reconstruir el mapa en su totalidad, apoyados en una guía que poseía el mapa tentativo sin ningún dato numérico. Es un ejercicio de análisis, inferencia y deducción, análisis de similitudes y diferencias, aunque también contempla el ensayo y error.

Figura 1. Cinco Caminálculos. El número entre paréntesis indica hace cuantos años existió, y el número superior reemplaza el nombre del Caminálculo



Luego de que cada grupo realizara su mapa se pasó a la resolución de un cuestionario para analizar la información del mapa ya reconstruido, lo que representa una innovación frente al ejercicio original. Se incluyeron preguntas como: ¿Cuál es el antecesor común de los Caminálculos N° 2, 66 y 75?; ¿Hace 6 millones de años qué Caminálculos se extinguieron?; ¿Cuáles fueron los Caminálculos existentes

hace tres millones de años?; ¿Qué modificaciones nuevas presentan los Caminálculos descendientes del Caminálculo N° 43 y a qué crees que se puedan deber?; ¿Cuál es el Caminálculo que menos ha cambiado según el mapa? Genera una explicación del por qué se da esto en la naturaleza.

Adicionalmente, se propusieron dos ejercicios adicionales a los planteados en el artículo original. El primero consiste en la elaboración de una historia que diera cuenta de cómo, a partir de un grupo de Caminálculo de la misma especie con variabilidad genética (empleando para ello imágenes de diferente tamaño, forma, pero todo de la misma especie), se podía dar origen a dos o más especies (con base en el mapa previamente resuelto). Esto, para trabajar el concepto de especiación (alopátrica o simpátrica).

En el segundo, para el caso de la selección natural, a partir de un grupo de Caminálculo de la misma especie con variabilidad genética (diferente tamaño y forma), los estudiantes construyeran una historia explicando qué le sucedía a la población y cómo se privilegiaban unas características por encima de otras, lo cual se ve reflejado en la descendencia, donde algunos de los organismos tenían solo algunas de las características del grupo original (características favorables). Para ello, los estudiantes emplearon diferentes colores para distinguir a los organismos que lograban sobrevivir a los procesos de selección natural y preservar la especie. Tanto para el ejercicio de especiación como para el de selección natural, se elaboraron múltiples guías de trabajo a partir de las imágenes del trabajo original.

Resultados

En relación con los tres ejercicios planteados por Gendron (2000), se encontró mayor dificultad en la elaboración de los dos primeros ejercicios. Los estudiantes, aunque contextualizados en la temática evolutiva, encontraron dificultades al momento de clasificar los 14 Caminálculos vivos en Phylum, y al momento de realizar la clasificación taxonómica de los 71 organismos también presentaron dificultades debido a que algunos organismos son muy similares entre sí. Además, la terminología empelada (reino, clase, género, especie) fue de difícil asimilación por parte del estudiantado. El ejercicio que tuvo mayor éxito para todos los estudiantes fue la elaboración del mapa evolutivo, el cual se planteó de tercero. Los estudiantes familiarizados con el material y la forma de los organismos, identificaron rápidamente en dónde estaría ubicado evolutivamente cada organismo y a cuál o cuáles organismos dieron origen. Todos los estudiantes lograron realizar el mapa evolutivo de forma acertada, y un reducido número (20%) cometieron entre 2 y 5 errores en la elaboración del material. Los demás (80%) presentaron uno o dos errores, o ninguno. Los estudiantes manifestaban

que la realización del mapa evolutivo (ejercicio N° 3) se facilitó en la medida que los otros dos ejercicios previos se habían desarrollado con anterioridad, así no hubiese resultado lo mejor posible.

Sobre el cuestionario, es oportuno afirmar que los estudiantes tuvieron la oportunidad de discutir sus posiciones frente al grupo y analizar la información gráfica que ofrecía cada mapa. En la respuesta a cada pregunta, existió unanimidad casi en todas ellas, menos en la pregunta 18, la cual indagaba sobre las especies existentes hacía 8 mil millones de años. Aquí, cerca del 90% de los estudiantes manifestó que eran 4 las especies existentes, cuando en realidad eran 7.

Los estudiantes manifestaron que existe cierta impersonalidad al momento de nombrar a un Caminálculo por el número que tiene en la parte inferior, que sería mejor colocarle un nombre. Al respecto, en los dos ejercicios propuestos luego (especiación y selección natural), se instó a los estudiantes a “bautizar” a la especie con la que estaban trabajando. Se les indicó que por lo general el clado a nivel de especie está compuesto por dos palabras: el primero, referente a una característica relacionada con la parte física o de algún hábito de la especie, y el segundo en relación al científico que la descubrió o en honor a alguna personalidad, por ejemplo. Los dos nombres (género y especie) debían ser latinizados.

El resultado de esta actividad devino en una gran cantidad de nombres curiosos y novedosos a la vez, más familiares, en relación con las especies con las que cada grupo trabajó. Además, el primer nombre (género), hacía alusión, efectivamente, a alguna característica física o de hábito (según la historia construida para el ejercicio de especiación y selección natural) del Caminálculo, y el segundo nombre (especie) en honor a ellos mismos, formando acrónimos compuestos por las iniciales de cada uno de los integrantes del grupo. Realizando una valoración cualitativa por medio de la escala Likert para las actividades propuestas hasta ese momento, los estudiantes calificaron como muy oportunas las actividades realizadas, sobre todo el mapa evolutivo. Pero fueron las dos últimas, especiación y selección natural, las que tuvieron la mayor valoración. Se consideraron pertinentes para los conceptos abordados, en su tiempo de realización y en relación a la construcción colectiva de los conceptos en mención, respaldando la metodología por enfoque poblacional expuesto por Basurto (2009, pp. 5-6) y de variación, selección y herencia de McInerney (2009, p. 77).

Conclusiones

Las actividades propuestas por Gendron (2000) se desarrollaron con éxito. El mapa evolutivo fue la que mejor resultó, siendo los dos ejercicios previos neces-

rios para su realización. Se propusieron tres ejercicios adicionales (preguntas que analizaban de forma objetiva la información reconstruida en el mapa; ejercicio de especiación, y; ejercicio de selección natural) con resultados bastante favorables en cuanto a la conceptualización, socialización y construcción colectiva de conceptos como evolución biológica, taxonomía, árbol filogenético, especiación y selección natural. También se rescató un importante ejercicio didáctico en la enseñanza de la biología y se ha implementado con éxito en dos colegios distritales de Bogotá, extendiéndose, gracias a la socialización hecha por el IDEP y la UPN a otros colegios distritales de la capital.

Los Caminálculos representan un conjunto de ejercicios interesantes en cuanto a su realización y análisis por parte del estudiantado. Se sugiere que se planteen nuevos ejercicios a partir del ejercicio original y que estos estudios sean de mayor circulación en revistas especializadas en didáctica y educación, para que sean compartidos sus hallazgos con un número mayor de docentes en formación y ejercicio.²

Agradecimientos

El autor hace manifiesto su agradecimiento a las directivas del colegio Distrital Francisco Antonio Zea de Usme y al Colegio Rural El Destino, por permitir la realización de esta investigación. Agradecimientos especiales al IDEP y a la Universidad Pedagógica Nacional por brindar el acompañamiento, asesoría, y los espacios académicos y logísticos para la concreción del trabajo final de investigación.

Referencias

- Basurto, B., & Oswalth, B. (2009). La evolución en el aula: una perspectiva diferente. En: *X Congreso Nacional de Investigación Educativa Veracruz*. Veracruz, México.
- Bidau, C. J. (2001). La enseñanza de la biología evolutiva en la escuela. En: *Memorias de las V Jornadas Nacionales de Enseñanza de la Biología (ADBIA)*, pp. 55 - 70. Recuperado de: http://www.adbia.com.ar/cedivi_recursos/cedivi/Memorias/Conferencias%20PDF/Conf.%20Bidau.pdf

2 Para mayor detalle de la actividad propuesta se puede visitar el blog de ciencias, "Ideas Para Mi Mundo": <http://lecciondeciencias.blogspot.com.co/2013/06/caminantes.html>

- Chaves, G.A. (2013). *Contribuciones a la enseñanza de la evolución biológica desde la revisión epistemológica de algunos aspectos contemporáneos de la misma*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Cobeñas, M. E. & Mateos, M. J. (2012). La Enseñanza de la Evolución. Comunicación. En: *V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología Entretejiendo la Enseñanza de la Biología en una urdimbre emancipadora*. Córdoba, Argentina.
- Glaserfeld, E. (1996). La Realidad Inventada. En: Watzlawich, P. & Krieg, P. (Eds.), *El Ojo del Observador* (pp. 19- 59). España: Editorial Gedisa.
- Gendron, R. (2000). The Classification & Evolution of Caminalcules. *The American Biology Teacher*, Vol. 62, num. 8, pp. 570-576. Recuperado de: http://www.nabt.org/websites/institution/File/pdfs/american_biology_teacher/2000/062-08-0570.pdf
- Gutiérrez, A. (2004). La evolución en el aula una síntesis reduccionista. En: *Revista Investigación en la escuela*, Vol. 52 (1), pp. 45-56.
- McInerney, J.D. (2009). La enseñanza de la evolución siglo y medio después de El origen de las especies. En: *Revista Ciencia Hoy*, Vol. 113 (19), pp. 76-83.
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales- Formar en Ciencias: ¡El Desafío! Bogotá, Colombia: MEN. Recuperado de: <http://www.eduteka.org/pdfdir/MENEstandaresCienciasNaturales2004.pdf>
- Naranjo, (2013). *Diseño de una unidad didáctica para la enseñanza de la evolución*. (Tesis maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Ramírez, L. C. (2012). Iconografía de la evolución biológica en los textos escolares de ciencias naturales (presentes en la biblioteca de la I.E.D. Juan Lozano y Lozano. Bogotá D. C.). En: *Revista Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, Vol. 5, No. 9, pp. 38-50.
- Torreblanca, C. S. (2010). La Enseñanza de la Evolución y la Formación Integral del Ciudadano. En: G. Fioriti (Comp.). *Actas del Segundo Congreso Internacional de Didácticas Específicas "Poder, disciplinamiento y evaluación de saberes"*. UNSAM.