



Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario.
ISSN 2619-3531.

Tree Thinking: Análisis de las habilidades para la lectura y construcción de árboles filogenéticos de profesores de biología en formación

Tree Thinking: Analysis of skills to read and build phylogenetic trees in pre-service biology teachers

Tree Thinking: Análise das habilidades para a leitura e construção de árvores filogenéticas de professores de biologia em formação

Jairo Robles-Piñeros¹

Oscar Javier Mahecha-Jiménez²

Resumen

La formación del profesorado en biología se ve atravesada no solo por elementos eminentemente centrados en la enseñanza de las ciencias, sino también en aspectos relacionados con la naturaleza disciplinar de la ciencia en que se forma, como lo es el manejo y dominio de los diferentes modelos y representaciones que estructuran a la biología. Sobre esto, se presentan los resultados parciales de una investigación hecha con 52 licenciados de biología en formación en Bogotá, Colombia, para indagar sus habilidades en la lectura y construcción de árboles filogenéticos dentro de un curso de sistemática. Luego del cuestionario inicial, es posible evidenciar que los estudiantes poseen un amplio bagaje de ideas acerca de la sistemática y taxonomía, así como dificultades en el proceso de lectura y construcción de árboles. Esta experiencia se considera un aporte a la discusión sobre el conocimiento profesional específico del profesor de ciencias.

¹ Docente Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional / PCLB, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. e-mail: jroblesp@udistrital.edu.co

² Docente PCLB, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. E-mail: ojmahechaj@udistrital.edu.co



Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.

Palabras clave: Didáctica de la Biología; Enseñanza de la Evolución; Formación de profesores de Ciencias; Tree Thinking.

Abstract

The biology teacher training is traversed not only by elements eminently focused on science teaching, but also by aspects related to the disciplinary nature of the science in which they are formed, such as the understanding and mastery of the different models and representations that structure the biology. On this, are presented the partial results of a research carried out with 52 undergraduate students in biology in Bogotá, Colombia, to investigate their skills in reading and building phylogenetic trees within a systematics course. After the initial questionnaire, it is possible to show that the students have a wide range of ideas about systematics and taxonomy, as well as difficulties in the process of reading and building trees. This experience is considered a contribution to the discussion about the specific professional knowledge of the science teacher.

Keywords: Didactics of Biology; Teaching of Evolution; Science Teacher Training; Tree Thinking.

Resumo

A formação inicial de professores de biologia vê-se atravessada não só por elementos eminentemente centrados no ensino das ciências, mas também em aspectos relacionados com a natureza disciplinar da ciência na qual se forma, como é o manejo e domínio dos diferentes modelos e representações que estruturam a biologia. Sobre isto, se apresentam os resultados parciais de uma pesquisa feita com 52 licenciados em biologia em formação em Bogotá, Colômbia, para indagar suas habilidades na leitura e construção de árvores filogenéticas dentro de um curso de sistemática. Após o questionário inicial, é possível evidenciar que os estudantes possuem uma ampla bagagem de ideias acerca da sistemática e a taxonomia, assim como dificuldades no processo de leitura e construção de árvores. Esta experiência se considera um aporte à discussão sobre o conhecimento profissional disciplinar do professor de ciências.

Palavras-chave: Didática da Biologia; Ensino da Evolução; Formação de professores de Ciências; Tree Thinking.



Introducción

Una de las cuestiones que más llama la atención en el proceso de formación de profesores, es si dudas lo que refiere al conocimiento profesional específico del área en la que se forma, este ha sido un campo de investigación muy prolífico dentro de la didáctica de las ciencias (Fonseca, 2017), y específicamente en la formación de profesores de biología juega un papel muy relevante; ya que, la naturaleza misma de la biología hace con que sea un campo muy abstracto y colmado de modelos y representaciones que requieren del profesor una serie de experticia y habilidades para su comprensión y manejo dentro de su práctica de enseñanza (Gilbert, 2012).

La formación de Profesores: El conocimiento profesional específico del/a profesor/a de biología

Cuando se hace referencia al ‘conocimiento profesional de los maestros’ se habla de un conocimiento particular y específico del área de la cual el maestro demuestra experticia (Fonseca, 2017; Martínez, 2017); así como el biólogo requiere de un nivel de dominio de la ciencia, el maestro de biología a su vez debe contar con las habilidades necesarias para comprender, analizar y producir conocimiento en el campo al cual pertenece. Es así, que se destaca la necesidad de reconocer al profesor de biología como un profesional y productor de conocimiento y no como un mero reproductor (Martínez, 2017).

Por ende, se hace relevante el hecho de investigar de qué manera el docente de biología se aproxima y configura el conocimiento específico de su área, y de ahí la relevancia de su conocimiento profesional, sobre todo con relación a que como profesores conozcamos las especificidades de nuestro conocimiento, con sus implicaciones epistemológicas (Martínez, 2017).

Sobre el uso de modelos y representaciones en la educación en biología

Dentro de las teorías generales de la biología, una que se caracteriza por un enorme uso de representaciones visuales y esquemas representativos es la teoría evolutiva y dentro de esta la sistemática y taxonomía, lo que hace, que sea un campo de conocimiento con una enorme exigencia en términos de su entendimiento. De acuerdo con Braga (2011), la naturaleza abstracta de las ciencias hace que sea necesario el uso de modelo que permitan una aproximación a los fenómenos y explicaciones que componen su corpus teórico.



Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.

De acuerdo con Peñaloza y Robles-Piñeros (2016), uno de los propósitos de la educación científica es acercar a los estudiantes a los diversos modelos y representaciones que la ciencia ha desarrollado, y esto implica, que los profesores deben promover el uso de las representaciones visuales en su enseñanza, como lo es el caso de los árboles filogenéticos, una de las representaciones más importantes en la biología.

El uso de árboles filogenéticos en la biología

En biología sistemática, donde la información biológica se organiza utilizando la filogenética, "los árboles evolutivos sirven no solo como herramientas para los investigadores biológicos en todas las disciplinas, sino también como el marco principal dentro del cual se evalúa la evidencia de la evolución" (Baum et al., 2005). Un aspecto relevante es que los árboles filogenéticos permiten visualizar la historia evolutiva de esos rasgos y descubrir sus patrones generales; a su vez, permiten reconstruir los cambios de un tipo de rasgos a lo largo de generaciones. Otro aspecto relevante es el enorme protagonismo que los árboles filogenéticos han tenido en las últimas décadas, y más específicamente en la actualidad, al convertirse en un modelo visual requerido para representar las relaciones filogenéticas actualizadas producto de los cambios propuestos por la clasificación con base en la genómica.

Dando como resultado, que dentro del proceso de formación del docente de biología sea menester aproximar a los estudiantes al reconocimiento, uso y construcción de estos modelos representacionales, lo cual les permita desarrollar habilidades científicas, y aproxime a los profesores en formación a un que hacer en ciencias que enriquezca su conocimiento profesional. Por último, cabe señalar que el presente trabajo hace parte de un proceso de investigación desarrollado durante el primer semestre de 2023, con profesores de biología en formación de una universidad de la ciudad de Bogotá, Colombia, dentro del espacio académico sistemática; es este documento se presentan los resultados preliminares producto de la aplicación de un cuestionario de indagación, enfocado en conocimientos básicos sobre taxonomía, sistemática y lectura y construcción de árboles filogenéticos.

Metodología

Esta investigación se caracteriza por ser de naturaleza cualitativa-interpretativa (Creswell, 2010), ya que se precia por analizar la producción conceptual de los participantes y sus



Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.

habilidades centradas en un campo específico de la biología. La experiencia se desarrolló a lo largo del primer semestre de 2023 entre los meses de febrero y mayo, dentro del espacio académico Sistemática con 52 licenciado/as en biología en formación, espacio a cargo del segundo autor.

Se tomó como base una adaptación del cuestionario *Tree Thinking Challenge* propuesto por Baum y colaboradores (2005) compuesto de preguntas abiertas y cerradas y actividades de construcción de relaciones filogenéticas, para indagar los conocimientos previos de los profesores de biología en formación acerca de la taxonomía y sistemática, así como para indagar sus habilidades en el proceso de lectura y construcción de árboles filogenéticos. A partir de las respuestas compiladas en el cuestionario, se procedió a realizar una división entre dos tipos:

- 1. Respuestas asociadas a la taxonomía y sistemática,
- 2. Respuestas acerca de la lectura y construcción de un árbol filogenético.

Para las primeras respuestas se desarrolló un proceso de codificación descriptiva (Saldaña, 2010), seguido por un enfoque de análisis interpretativo y una categorización general para caracterizar los conocimientos de los participantes; para la segunda parte, se procedió a analizar los árboles construidos a la luz de los siete niveles de competencia representacional propuestas por Halverson y Friedrichsen (2013).

Resultados y discusión

Como fue mencionado, las respuestas fueron discriminadas en dos categorías a partir de su naturaleza y del objetivo de la investigación, de esta forma los resultados se presentan atendiendo a dicha categorización. Así pues, en primer lugar, se presentan los resultados del análisis de las respuestas centradas en los conocimientos de los participantes acerca de la taxonomía y sistemática, y posteriormente los resultados sobre la lectura y construcción de árboles.

1. Acerca de los conocimientos relacionados a la taxonomía y sistemática

A partir del proceso de codificación se coloca a cada participante un código alfanumérico compuesto por las letras PF (Profesor en Formación) y un consecutivo, luego se realizó un análisis de contenido y caracterización de las ideas generales, para así, construir una matriz de categorización de los conocimientos encontrados (Tabla 1).



Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.

Categoría	Sub-Categoría	Respuesta
Taxonomía	Aspectos morfológicos	"Cuando tienen características físicas son similares y si se centran en aspectos genéticos pueden ser diferentes" PF12. "Las características físicas se podría estudiar tipo de mandíbula para estudiar el tipo de alimentación" PF29.
	Aspectos genéticos	"Se pueden evaluar las relaciones entre organismos a nivel ecosistémico, es decir evaluando las zonas en las cuales se ha asentado el individuo y el carácter" PF2.
	Aspectos ecológicos	"El uso de características físicas pueden aportar resultados para procesos de adaptación, sobrevivencia o determinar características según hábitat" PF6.
Sistemática	Relaciones evolutivas	"A la hora de generar estudios en un individuo determinado las características específicas pueden dar una comparación con las de otras especies o grupos [...] esto nos ayuda a entender un poco los procesos evolutivos" PF6. "Muchas veces las características físicas corresponden a adaptaciones al medio" PF23.
	Relaciones etológicas	"Las características comportamentales, posiblemente podría dar características según niveles o procesos de alimentación" PF31. "Al conocer las diferentes interacciones, estas pueden ser clasificadas por el tipo de interacción y así el desarrollo de comportamientos que son base para la clasificación" PF41.

Tabla 1. Categorización de las Respuestas de los participantes. Elaboración propia.

Una de las características del proceso de análisis de las respuestas de los profesores en formación, se relaciona con la manera en que relacionan un número considerable de elementos propios de la biología (conocimientos que vienen consolidando desde semestres pasados) pero que en ocasiones no logran hacer una relación con el proceso de clasificación biológica, como lo mencionan Halverson y Friedrichsen (2013) y Peñaloza y Robles-Piñeros (2016), existe una clara influencia de las ideas de los estudiantes en el desarrollo del pensamiento en árbol, lo que dificulta discernir de ideas que se relacionan con la práctica de clasificación.

Un punto interesante para tener durante el proceso de categorización y análisis, es que además de llamar la atención en aspectos morfológicos y genéticos como factores para la clasificación biológica, los profesores en formación incluyen como un factor los aspectos etológicos y ecológicos, dando cuenta de la enorme influencia de estas dimensiones (ambiental y comportamental) en la manera en que abordan el proceso de clasificación, lo



Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.

que se relaciona con un aspecto que Baum y Smith (2013), identifican como un pensamiento adaptacionista; que definen como una dificultad para el desarrollo del pensamiento en árbol o tree thinking.

2. Sobre las habilidades para la lectura y construcción de árboles

A partir del análisis de los diagramas que los estudiantes construyeron, de sus discursos explicativos y sus argumentos, consideramos que, a la luz de las categorías propuestas por Halverson y Friedrichsen (2013) sobre los niveles de competencia representacional, en términos generales, se encuentran entre los niveles tres (uso simplificado) y cinco (uso conceptual) de competencia representacional (Tabla 2).

Competencia Representacional	Representación
<i>Nivel 1. No uso de la representación</i>	Los estudiantes no consideran o no son capaces de generar una representación visual como posible solución a un escenario filogenético.
<i>Nivel 2. Uso superficial</i>	No hay representaciones en este nivel
<i>Nivel 3. Uso simplificado</i>	



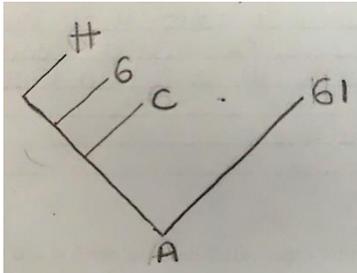
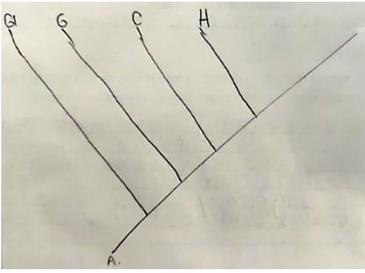
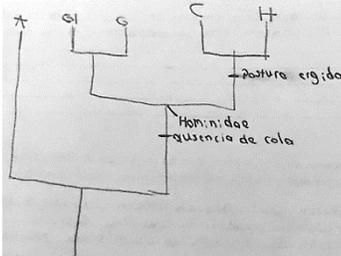
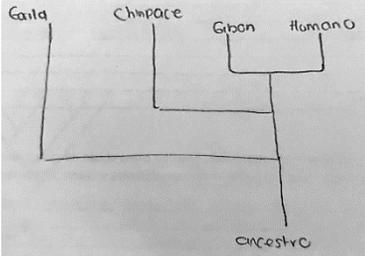
<p>Nivel 4. Uso Simbólico</p>		
<p>Nivel 5. Uso conceptual</p>		
<p>Nivel 6. Uso Científico</p>	<p>No hay representaciones en este nivel</p>	
<p>Nivel 7. Uso experto</p>	<p>No hay representaciones en este nivel</p>	

Tabla 2. Síntesis de actividades. Elaboración propia.

A partir del análisis de las representaciones visuales de los estudiantes y sus argumentos es posible observar que estos presentan una serie de dificultades para la lectura y construcción de árboles; cabe resaltar que, aunque se mencionó que los estudiantes se encuentran entre el nivel 3 y el 5 de competencia representacional, siete de los participantes se encuentran en nivel 1 ya que no desarrollaron ninguna representación.

Aunado a esto, del total de los participantes ninguno se ubicó en el nivel 2 (uso superficial), pero un gran porcentaje se ubica en el nivel 3 (uso simplificado), en donde se evidencia que el estudiante trata de hacer relaciones evolutivas a partir de sus conocimientos previos, pero no desarrolla una representación filogenética estructurada, proponiendo alternativas “propias” que atienden a su juicio, como lo reportan Halverson y colaboradores (2011).

Por otro lado, la mayoría de los estudiantes se encuentran en el nivel 4 (uso simbólico), demostrando un reconocimiento de la estructura general de un árbol filogenético, pero sin ahondar en su construcción o construyéndolo de manera errónea, esto da cuenta de lo que



Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.

Baum y colaboradores (2005) definen como dificultades para el desarrollo del pensamiento en árbol, ya que, al no conocer los aspectos específicos de la construcción, la representación se hace de manera errada. Y un reducido grupo de estudiantes se encontró dentro del nivel de competencia 5 (uso conceptual) en donde de acuerdo con Halverson y Friedrichsen (2013) estas representaciones generadas comienzan a tener estructuras ramificadas jerárquicas.

Sin embargo, aunque hacen uso de un soporte en evidencia científica y conceptos relacionados, son defectuosas porque ilustran relaciones incorrectas. Por fin, es posible observar como el conocimiento previo que los participantes poseen sobre la morfología y ecología de los organismos interfiere con las habilidades de los estudiantes para reconocer la información presentada en la representación.

Consideraciones finales

Este tipo de investigación permitió de manera exploratoria y parcial, tener un acercamiento a las ideas de los profesores en formación acerca de la taxonomía, la sistemática, su campo de estudio y su naturaleza, así como a sus habilidades o dificultades en el proceso de lectura y construcción de árboles filogenéticos; de lo cual se pueden extraer consideraciones en tres dimensiones:

- Caracterizar los conocimientos previos y las competencias representacionales de los estudiantes le permitirá al docente a cargo adecuar el curso a partir de las dificultades y necesidades encontradas, reforzando de esta manera aspectos disciplinares en la formación profesional del docente.
- Indagar acerca de las habilidades de lectura y construcción de árboles filogenéticos con profesores de biología en formación, permite enriquecer su manejo conceptual, lo cual se traducirá en un nivel de experticia en el campo que enriquecerá su propia práctica.
- Por último, esta experiencia puede ser considerada como un aporte al campo de investigación en el Conocimiento Profesional Específico del docente de biología.

Referencias



Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.

- Baum, D.; Smith, S. y Donovan, S. (2005). The tree-thinking challenge. *Science*, 310: 979–980.
- Baum, D. y Smith, S. (2013). *Tree Thinking: An introduction to phylogenetic biology*. Greenwood Village, USA: Roberts and Company Publishers Inc.
- Braga, J.; Philips, L. y Norris, S. (2012). Visualizations and visualization in science education. En: Norris, S. (ed.). *Reading for evidence and interpreting visualization in mathematics and science education*. (pp. 123-146). Rotterdam: Sense Publishers.
- Creswell, J.W. (2010). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (5th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Fonseca, G. (2017). Aportes en la comprensión acerca de la construcción del conocimiento profesional del profesor de biología. *Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza (Edición extraordinaria)*, 302-310. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.extra2017-7119>
- Gilbert, J. (2010). The role of visual representations in the learning and teaching of science: An Introduction. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(1): 1-19.
- Halverson, K. y Friedrichsen, P. (2013). Learning Tree Thinking: Developing a New Framework of Representational Competence. In: Treagust, D y Tsui, C, Y. *Multiple Representations in Biological Education*. (pp. 185-201) Dordrecht Heidelberg New York- London: Springer.
- Halverson, K.; Pires, C. y Abell, S. (2011). Exploring the complexity of Tree Thinking Expertise in an Undergraduated Systematics Course. *Science Education*, 95(5): 794-823.
- Martínez, C. A. (2017). *Ser maestro de ciencias: productor de conocimiento profesional y de conocimiento escolar*. Doctorado Interinstitucional en Educación, UD Editora. Bogotá.
- Peñaloza, G., y Robles-Piñeros, J. (2016). El desafío del tree thinking: un análisis del uso de árboles evolutivos con estudiantes de educación secundaria. *Revista De Educación En Biología*, 19(1), (pp. 54–72). <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v19.n1.22530>
- Saldaña, J. (2013). *The coding manual for qualitative researchers*. 3rd Edition, SAGE Publications Ltd. 329 p.