Praxis / Vol. 21, No. 4 – 2025 / 793 - 820
DOI: http://dx.doi.org/10.21676/23897856.6549

Artículo de investigación científica y tecnológica

Acercando las ciencias biológicas a la educación superior: reflexiones sobre la enseñanza del ADN y la evolución humana en una universidad colombiana

Bringing biological sciences closer to higher education: Reflections on the teaching of DNA and human evolution in a colombian university

Dennis Castillo-Figueroa [1]

Para citar este artículo: Castillo-Figueroa D. Acercando las ciencias biológicas a la educación superior: reflexiones sobre la enseñanza del ADN y la evolución humana en una universidad colombiana. *Praxis. 2025;21*(4): 793-820. http://dx.doi.org/10.21676/23897856.6549

Recibido en abril 25 de 2025
Aceptado en octubre 31 de 2025
Publicado en línea en diciembre 26 de 2025

RESUMEN

La enseñanza de las ciencias biológicas es fundamental para fomentar su apropiación social, especialmente en contextos de baja cultura científica como Colombia, donde las experiencias universitarias sobre evolución y genética son aún limitadas. Este artículo analiza las experiencias de la cátedra *ADN y evolución humana* con 94 estudiantes de 19 programas académicos en la Universidad del Rosario (Bogotá). A través de cuestionarios, se examinaron las concepciones iniciales de los estudiantes sobre el ADN y la evolución, así como sus aprendizajes al finalizar el curso. Los resultados muestran una comprensión parcial sobre la función del ADN y un desconocimiento generalizado de su vínculo con procesos evolutivos, con predominio de ideas lamarckianas y teleológicas. Estos hallazgos destacan la importancia de enseñar la estructura y función del ADN como base para comprender los mecanismos genéticos de la evolución. Al finalizar la cátedra, los estudiantes valoraron positivamente el enfoque pedagógico para acercar la ciencia, especialmente al mostrar sus aplicaciones tecnológicas, facilitar la comprensión de fenómenos naturales y fomentar una postura crítica frente a temas coyunturales. Este estudio resalta la importancia de documentar cátedras de divulgación científica para fortalecer la enseñanza en biología y promover la apropiación del conocimiento en la educación superior en Colombia.

Palabras clave: alfabetización científica; ciencias biológicas; creacionismo; evolución; genética.

ABSTRACT

The teaching of biological sciences is essential for promoting their social appropriation, particularly in contexts with low scientific literacy, such as Colombia, where university-level experiences in evolution and genetics remain limited. This paper analyzes the experiences of the course *DNA and Human Evolution*, conducted with 94 students from 19 academic programs at Universidad del Rosario (Bogotá). Using questionnaires, the study examined students' initial conceptions of DNA and evolution, as well as their learning outcomes at the end of the course. The results indicate a partial understanding of DNA function and a general lack of awareness regarding its connection to evolutionary processes, with a predominance of Lamarckian and teleological conceptions. These findings emphasize the importance of teaching DNA structure and function as a foundation for understanding the genetic mechanisms underlying evolution. At the end of the course, students positively evaluated the pedagogical approach for bringing science closer to them, particularly through the presentation of technological applications, the facilitation of natural phenomena comprehension, and the encouragement of critical thinking about current issues. This study highlights the importance of documenting science outreach courses as a strategy to strengthen biology education and promote the appropriation of scientific knowledge in higher education in Colombia.

Keywords: scientific literacy; biological sciences; creationism; evolution; genetics.

1. PhD. Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia. Correo: dennis.castillof@gmail.com - https://orcid.org/0000-0002-8232-7810

INTRODUCCIÓN

El 24 de noviembre de 1859 se publicó *El origen de las especies*, la obra epítome de Charles Darwin que cambiaría no sólo nuestro pensamiento sobre la evolución, sino también la forma en la cual entendemos cómo funciona la vida desde una perspectiva adaptativa. El 15 de febrero de 2001 se publicó en la revista *Nature* el primer borrador de la secuencia del ADN humano y con este evento se inició una nueva era en las ciencias biológicas (Lander *et al*., 2001). La publicación de esta y otras secuencias ha impactado de manera profunda nuestras vidas sin, muchas veces, ser conscientes de ello. El conocimiento sobre el ADN, sus usos, aplicaciones e implicaciones se han convertido en temas frecuentes en las noticias de prensa, las redes sociales, el cine y la televisión. Los avances en el estudio del ADN y la evolución humana están impactando aspectos tan diversos e importantes como el futuro de la medicina, la bioética, la agricultura, la paternidad, la criminalística, el entendimiento del origen de poblaciones humanas, el comportamiento humano y su propensión a las enfermedades, la eugenesia, entre muchos otros. En el contexto actual de posverdad y virtualidad en el que la desinformación prevalece sobre los hechos, datos, evidencias y, en general, sobre el conocimiento científico (Alonso González, 2019), es fundamental que las personas tengan un nivel de conocimiento bien fundamentado y una mentalidad crítica, consciente y reflexiva sobre estos temas. Se trata de una necesidad inmediata: su pertinencia es evidente hoy, en la vida diaria y en el ámbito profesional, además de ser clave para el futuro de nuestra sociedad.

En términos generales, la enseñanza de aspectos asociados a la genética y evolución biológica plantea múltiples retos y dificultades. Por un lado, la genética y el ADN pueden parecer temas etéreos para estudiantes no familiarizados con las ciencias naturales, ya que aunque sus efectos son esenciales en diversos procesos biológicos, todos los mecanismos implicados operan a escalas y dimensiones que no siempre resultan fáciles de imaginar (Rodríguez, 1995; González Tovar, 2024). El ADN, entendido como la molécula que almacena la información genética y cuya secuencia determina la síntesis de proteínas mediante procesos altamente regulados (replicación, transcripción y traducción), constituye la base material de la herencia y de la variación sobre la cual actúa la selección natural (Alberts *et al*., 2014; Hillis *et al.,* 2020).

En el caso de la evolución, las nociones lamarckianas, las percepciones creacionistas, las concepciones teleológicas y la dificultad para imaginar escalas temporales que exceden ampliamente la experiencia humana representan dificultades significativas para comprender el funcionamiento de los procesos evolutivos, tanto en otras especies como en la propia (Araujo Llamas y Ramírez Olaya, 2014; Rivas y González-García, 2016; González-Galli y Meinardi, 2017; Díaz-Castro, 2024). Las ideas lamarckianas y teleológicas entran en conflicto con la comprensión evolutiva actual porque atribuyen cambios biológicos a necesidades, intenciones o esfuerzos individuales, mientras que la teoría moderna de la evolución explica la diversidad biológica a partir de la variación heredable y la acción de procesos naturales —como la selección natural, la deriva genética y la mutación— sin finalidad predeterminada (Ayala, 2006; Futuyma, 2013; González-Galli y Meinardi, 2017).

Por ello, la enseñanza del ADN y la evolución biológica requiere de una perspectiva histórica que permita entender mejor los obstáculos epistemológicos y la manera en que la ciencia se construye a partir de factores políticos, económicos y culturales que, a su vez, moldean y son moldeados por la sociedad. Esta visión resalta el carácter dinámico de la ciencia, su interacción y sincretismo con otras disciplinas y formas de conocimiento, y su esencia como una construcción humana, generando así espacios de análisis y reflexión profunda (Cortéz-Ruiz *et al*., 2015; Chaves Mejía, 2016).

Dado lo anterior, es fundamental desarrollar procesos de educación en ciencias biológicas para todas las personas, desde grupos infantiles hasta adultos, incluyendo de forma integral todas las esferas y sectores poblacionales. La enseñanza en ciencias biológicas es esencial para contextualizar los hechos, acontecimientos, fenómenos y procesos con su consecuente impacto social (Basulto-González *et al*., 2017; Chibás-Creagh y Navarro-García, 2020). Mediante la observación, el análisis del marco conceptual teórico, la experimentación y la enseñanza del método científico, se estimulan el pensamiento crítico, la reflexión, el escepticismo y la duda (Balvanera-Levy, 1995; Blanco-López *et al.*, 2017; Cuesta Moreno, 2019), todos ellos pilares fundamentales para una sociedad más pensante y analítica, capaz de cuestionar la información que consume. Sin embargo, la literatura existente acerca de la enseñanza en ciencias biológicas se ha centrado en la educación básica primaria (Guevara y Lemus-Barrios, 2019; Bejarano Arias, 2023; Ruiz Triviño, 2024) y secundaria (Blancas Hernández y Rodríguez Pineda, 2013; Chibás-Creagh y Navarro-García, 2020; González Tovar, 2024), mientras que son escasas las experiencias que abordan cátedras de divulgación científica en el ámbito universitario (Villalón García, 2021).

La evidencia existente en contextos escolares y universitarios ha mostrado patrones consistentes que ayudan a comprender estos retos. En educación básica y media, se ha documentado de manera reiterada la presencia de concepciones alternativas como el ya mencionado lamarckismo, el finalismo y la interpretación teleológica del cambio biológico, que persisten incluso después de procesos formales de enseñanza (González-Galli y Meinardi, 2017; Larrain *et al*., 2021). En el ámbito universitario, algunos estudios indican que los estudiantes suelen presentar dificultades para integrar la genética con la evolución —por ejemplo, relacionar la variación genética con la acción de la selección natural—, lo que limita la comprensión de la evolución como un proceso poblacional sustentado en cambios en la frecuencia de variantes hereditarias (Nehm y Schonfeld, 2008; Archila y Molina, 2018). Del mismo modo, investigaciones en didáctica de la genética han subrayado que los estudiantes tienden a concebir el ADN como un "manual de instrucciones" rígido o determinista, sin reconocer la regulación dinámica de la expresión génica y su relación con la variación fenotípica (Lewis y Kattmann, 2004; Duncan y Reiser, 2007). Estos hallazgos resaltan la importancia de diseñar estrategias pedagógicas que aborden explícitamente estas dificultades conceptuales y promuevan una comprensión integrada entre genética y evolución.

En Colombia, son pocos los estudios que documenten experiencias atinentes a la enseñanza de la evolución y al ADN en la población universitaria (Archila y Molina, 2018; Archila *et al*., 2024; Díaz-Castro, 2024). Si bien existen algunos estudios que analizan el grado de conocimiento de los estudiantes sobre evolución en escuelas rurales (Cárdenas Chica y Mosquera, 2021), muy pocos han evaluado su conexión intrínseca con el ADN y todas sus aplicaciones más allá del entendimiento de cómo funciona la vida. En este artículo se analizan las experiencias educativas de la cátedra *ADN y evolución humana* en la Universidad del Rosario (Bogotá, Colombia) con 94 estudiantes que cursaron la asignatura durante tres semestres consecutivos: 2020-2, 2021-1 y 2021-2. A partir de estas experiencias, se examinan los conocimientos previos de los estudiantes, los principales obstáculos de aprendizaje identificados, y las estrategias pedagógicas implementadas para mejorar su enseñanza.

En este sentido, el presente trabajo adopta un enfoque descriptivo–exploratorio orientado por la siguiente pregunta central: ¿cuáles son las concepciones previas, dificultades de comprensión y necesidades formativas que presentan los estudiantes universitarios frente al ADN y la evolución, y cómo se expresan durante un curso de divulgación científica? Este enfoque permite caracterizar fenómenos poco estudiados en el contexto colombiano y generar evidencia empírica que complemente la literatura existente. La relevancia del estudio radica en que, a diferencia de investigaciones previas centradas en educación básica o en diagnósticos aislados, aquí se examina de manera integrada la relación entre genética y evolución en

un curso universitario, identificando conexiones conceptuales poco exploradas en el país y aportando nuevas ideas para fortalecer la enseñanza de estos temas en la educación superior.

METODOLOGÍA

Estructura de la cátedra

La creación del curso *ADN y evolución humana* hace parte del grupo de asignaturas Núcleo Mutis de la Universidad del Rosario (Bogotá, Colombia), el cual busca acercar a los estudiantes al mundo de la ciencia, ofreciendo una mirada hacia el futuro y el pasado de la especie humana, a través de la exploración y los avances en genética y evolución. El propósito del curso es brindar a los estudiantes una comprensión clara y accesible de cómo el conocimiento sobre el ADN y la evolución afecta nuestra vida y el funcionamiento de las sociedades.

En términos generales, la cátedra se divide en tres grandes cortes:

1. Durante la primera fase del curso se parte de los conceptos más elementales del ADN y su funcionamiento. Dentro de estos se encuentran la estructura básica de la molécula, mecanismos de herencia, genoma humano y mutaciones genéticas. Se mencionan los experimentos de Gregor Mendel con guisantes y se explican los procesos básicos de genes dominantes y recesivos para entender la herencia de caracteres.

2. En el segundo corte, se explican todas las aplicaciones que tiene el ADN, las cuales son de vital importancia para el desarrollo de la sociedad. Se exponen en detalle los mecanismos de edición genética y sus implicaciones éticas, tocando temáticas vinculadas con la eugenesia, la clonación y las células madre y su influencia en medicina regenerativa, los organismos genéticamente modificados y todo su impacto en la industria alimentaria y en la salud humana, los perfiles genéticos y el papel del ADN en la ciencia forense y en pruebas de paternidad.

3. En la última parte del curso se profundiza en la enseñanza de la evolución biológica para el entendimiento de la naturaleza y de la biología humana. De esta manera, se muestra una reseña histórica sobre la ontogenia del pensamiento evolutivo, suscitando los debates decimonónicos entre creacionismo y evolucionismo hasta la actualidad. Además de mencionar autores seminales como Charles Darwin y Alfred Russel Wallace, se incorporan muchos que fueron importantes en el desarrollo del pensamiento evolutivo, como Theodosius Dobzhansky, Ernst Mayr, George Simpson, Nikolai Vavilov y William Donald Hamilton, entre muchos otros, así como también aquellos autores que impidieron la difusión del pensamiento evolutivo como Denis Lysenko.

Posteriormente, se enseñan las bases biológicas de la evolución, sus fundamentos y mecanismos, explicando detenidamente el proceso de selección natural y vinculándolo con los conceptos de genética trabajados en los módulos anteriores. Con esta base, se profundiza en el tema del origen de la especie humana, abarcando desde los albores de la vida en la Tierra hasta la aparición de los primeros ejemplares del género *Homo*, así como toda su transformación genética, morfológica y conductual, sus migraciones y eventos históricos más importantes hasta llegar a los tiempos actuales. Se mencionan luego las adaptaciones y cómo funcionan, usando una amplia variedad de ejemplos provenientes de diferentes especies de la naturaleza para más adelante llegar a las adaptaciones específicas de la especie humana, analizando sus similitudes y diferencias con los primates mayormente emparentados. Siguiendo con esta línea, se detallan las principales estrategias reproductivas encontradas en la naturaleza y el cuidado parental, para posteriormente profundizar en la forma de reproducción humana. En este proceso se

explican temas asociados a diversos rasgos, conceptos y conductas humanas, como las celotipias, la infidelidad, la homosexualidad, la noción universal de belleza, la selección de pareja y la inversión parental. El curso finaliza con la explicación de vestigios y atavismos, los cuales son una prueba fehaciente del fenómeno de la evolución, junto con la medicina darwiniana y sus aplicaciones en las enfermedades de la civilización.

En cada una de las sesiones hay *quizzes* sobre las temáticas mencionadas, acompañados de un taller en donde se aplican los conocimientos adquiridos durante esa clase. Dichos talleres tienen el objetivo de estimular la discusión y el análisis crítico de los estudiantes respecto a diferentes temáticas de ciencia (ADN y evolución) en cuanto a sus implicaciones éticas, tecnológicas, económicas, socioculturales y políticas, así como de sus impactos a futuro. Todos los talleres incluyen un material muy rico en lecturas y videos, que permiten ampliar los conocimientos de los estudiantes respecto a una temática particular y también reflexionar y analizar cada uno de estos aspectos en nuestra cotidianidad. Con esto, los estudiantes pueden entender de una forma más clara y expedita la importancia de la ciencia de estos temas en su diario vivir.

A lo largo de la asignatura, los estudiantes desarrollan un proyecto que puede abordarse de dos maneras: (1) identificando pseudociencia en anuncios o productos que intentan persuadir al consumidor, mediante un análisis riguroso y documentado; o (2) escogiendo una temática relacionada con el ADN y evolución humana que genere debate en la actualidad, elaborando una revisión escrita sobre el tema y creando un material divulgativo en formato audiovisual para sintetizar y compartir ese conocimiento con el resto del curso. El proyecto incluye dos entregas parciales durante los dos primeros cortes, en las cuales el docente brinda retroalimentación. En el corte final, se entrega el informe escrito y se presenta el producto audiovisual generado.

Todas las clases se llevaron a cabo de forma virtual, en un contexto marcado por las restricciones sanitarias derivadas de la pandemia por COVID-19, a lo largo de tres semestres académicos (2020-2, 2021-1 y 2021-2). Para la recolección y el análisis de datos se aplicaron cuestionarios al inicio y al final del curso. La mayoría de las preguntas fueron de tipo abierto, ya que este formato permite a los estudiantes elaborar y construir mejor sus ideas (Roca, 2005; Sanabria-Totaitive y Arango-Martínez, 2021). Las respuestas se agruparon en categorías temáticas y se analizaron descriptivamente los porcentajes correspondientes, con el fin de identificar tendencias y patrones que abarcaran la mayor cantidad posible de respuestas.

Cuestionarios de conocimiento previo de los estudiantes

Durante la primera sesión del curso, luego de presentar la guía de asignatura y las reglas de juego a los estudiantes, se aplicó un cuestionario diseñado para examinar los conocimientos, concepciones y preconceptos iniciales de los estudiantes sobre genética y evolución. El instrumento consistió en un breve cuestionario que incluyó tres preguntas abiertas y dos ítems de verdadero o falso, seleccionados para abordar conceptos fundamentales relacionados con el ADN y la evolución. Aunque el diseño del cuestionario se basó en instrumentos utilizados en estudios universitarios sobre estos temas (Archila y Molina, 2018; Archila *et al*., 2024), se realizaron algunas adaptaciones para ajustarlo al contexto de esta cátedra. En particular, se redujo el número de ítems para facilitar su aplicación en aulas con tiempos limitados, se reformularon algunas preguntas abiertas para hacerlas más comprensibles para estudiantes de distintos programas académicos, y se incorporó la lectura de citas textuales para promover un análisis crítico.

Las respuestas a las preguntas abiertas fueron analizadas mediante un enfoque cualitativo de análisis temático inductivo. Para ello, se realizó una revisión detallada de todas las respuestas, agrupándolas en categorías emergentes que se construyeron a partir del contenido expresado por los estudiantes. Este procedimiento permitió que las categorías reflejaran fielmente sus ideas, evitando forzar las

interpretaciones dentro de marcos conceptuales preestablecidos. Las categorías consideraron el tipo de idea central manifestada (científica, parcial, alternativa o vaga), el grado de elaboración conceptual y el uso de terminología clave asociada a los temas de genética y evolución. Dicho proceso permitió identificar patrones comunes de pensamiento y diferenciar niveles de comprensión, así como posibles concepciones erróneas presentes en el grupo.

En cuanto a los ítems de verdadero o falso, se registró la frecuencia de selección de cada opción, con el fin de detectar tendencias generales de acuerdo o desacuerdo frente a afirmaciones clave sobre evolución (particularmente nociones lamarckianas y teleológicas). Este enfoque mixto permitió una caracterización más profunda de las ideas iniciales de los estudiantes en torno al ADN, la evolución y sus interrelaciones. Para asegurar la validez y confiabilidad del análisis cualitativo, se documentó el proceso de categorización de forma transparente (ANEXOS I-III), y se seleccionaron ejemplos representativos de las respuestas para respaldar las categorías establecidas (ver resultados), fortaleciendo así la interpretación y el rigor metodológico. Las preguntas realizadas en dicho cuestionario fueron las siguientes:

- ¿Qué es el ADN y cuáles son sus funciones?
- ¿Qué es la evolución y cómo funciona?
- ¿Cuál es la relación entre ADN y evolución?
- Pregunta de verdadero o falso: Como cualquier proceso de la vida, la evolución tiene una finalidad que se puede predecir.
- Pregunta de verdadero o falso:
  Las variaciones en las circunstancias para los seres vivientes, y sobre todo para los animales, producen cambios en sus necesidades, en sus hábitos y en el modo de existir, y si estos cambios dan lugar a modificaciones o desarrollos en los órganos o en la forma de sus partes, se debe inducir que insensiblemente todo cuerpo viviente cualquiera debe variar en sus formas o sus caracteres exteriores, aunque semejantes variaciones no llegasen a ser sensibles más que después de un tiempo considerable (Lamarck, 1809, p. 69).

Cuestionarios al finalizar el curso

Al finalizar la cátedra, en la última sesión, se aplicó un cuestionario de cierre diseñado para conocer las percepciones de los estudiantes sobre la experiencia formativa, los aprendizajes adquiridos y la apropiación de contenidos. El instrumento fue elaborado con base en los objetivos pedagógicos de la cátedra y tomando como referencia cuestionarios empleados en estudios previos de evaluación educativa en contextos universitarios (Rivas y González-García, 2016; Castillo-Figueroa, 2024, 2026). Además, se añadieron breves justificaciones en algunas preguntas con el fin de enriquecer su posterior análisis. El cuestionario estuvo compuesto por seis ítems, de los cuales cinco fueron preguntas abiertas (reseña del curso, dato curioso, aplicación de los contenidos, justificación de la aplicación y explicación del aprendizaje) y uno fue una pregunta cerrada (grado de aprendizaje percibido).

Al igual que con los cuestionarios iniciales, las respuestas a las preguntas abiertas fueron analizadas mediante un enfoque de análisis temático inductivo. Para ello, se realizó una lectura detallada de todas las respuestas, identificando ideas centrales y agrupándolas en categorías emergentes. La categorización

consideró tres criterios principales: **(1)** la idea principal expresada en cada respuesta, **(2)** el tipo de reflexión manifestada —clasificada como descriptiva, crítica, experiencial o instrumental— y **(3)** la relación explícita con los contenidos abordados en la cátedra. Este proceso permitió identificar los aspectos del curso que generaron mayor impacto, así como los distintos tipos de apropiación conceptual y personal. Para asegurar la coherencia del análisis y fortalecer su validez interpretativa, se documentaron todas las categorías identificadas (ver resultados) y se seleccionaron fragmentos representativos como evidencia del proceso (ver discusión). En cuanto a los ítems cerrados, se calcularon frecuencias simples sobre el grado de aprendizaje percibido (mucho, poco, nada) y las justificaciones fueron sometidas a un análisis cualitativo complementario que permitió identificar factores asociados a las percepciones de aprendizaje. Esta estrategia metodológica facilitó una valoración integral de la experiencia educativa, considerando tanto los contenidos retenidos como sus implicaciones personales y formativas para los estudiantes. Los ítems que componían dicho cuestionario fueron los siguientes:

- Realice una reseña de la materia.
- Mencione un dato curioso que le haya llamado la atención en el curso.
- ¿Qué aplicaciones dejó la cátedra para usted?
- ¿Por qué esa aplicación?
- ¿Qué tanto aprendió en el curso: mucho, poco o nada?
- ¿Por qué?

Para la pregunta sobre los datos curiosos se realizó una nube de palabras usando el programa *Wordclouds* sin aplicar filtros léxicos, pues el propósito de la figura resultante no era únicamente resaltar conceptos temáticos centrales, sino representar de manera íntegra la diversidad de expresiones utilizadas por los estudiantes, incluidas palabras que describen percepciones y emociones asociadas a la cátedra[2].

Por último, es importante aclarar que el objetivo de esta investigación no fue realizar inferencias estadísticas sobre la totalidad del sistema de educación superior colombiano; por ello, la muestra no se considera representativa a escala nacional. Más bien, el estudio adopta un enfoque cualitativo y descriptivo orientado a analizar las percepciones y aprendizajes de un grupo específico de estudiantes, con el fin de ofrecer reflexiones contextualizadas que puedan servir de referencia para experiencias similares en otros entornos educativos.

RESULTADOS

Población total

En total, 94 estudiantes de 19 carreras profesionales tomaron el curso, de los cuales 57 fueron mujeres y 37 fueron hombres (figura 1). La mayor parte de los estudiantes fueron de administración de negocios internacionales, pero hubo estudiantes de todas las áreas, incluyendo ciencias de la vida, finanzas, artes, ciencias jurídicas, matemáticas aplicadas y ciencias de la computación.

[2] Disponible en https://www.wordclouds.com/



Figura 1. Población de estudiantes que tomaron los cursos de ADN y evolución humana.
En el gráfico de torta se muestra el radio de hombres y mujeres.

Cuestionarios previos

En los cuestionarios aplicados antes de iniciar el curso, la pregunta sobre el ADN y sus funciones reveló una amplia gama de interpretaciones. Las respuestas más frecuentemente mencionadas fueron la asociación del ADN con el almacenamiento de la información genética y con características propias de los organismos vivos. Sin embargo, fue evidente que pocos tenían claridad sobre su estructura y composición: algunos incluso lo identificaron erróneamente como una proteína o afirmaron que su función era la traducción de proteínas (ANEXO I). En cuanto a la definición de evolución y su funcionamiento, si bien muchos estudiantes asociaron el concepto con la idea de cambio, las respuestas más frecuentes reflejaron una comprensión teleológica del proceso evolutivo. Predominó la noción de que este tiene una finalidad y que opera de forma lamarckiana, es decir, mediante la adaptación de las especies a sus necesidades con el fin de sobrevivir en su entorno (ANEXO II).

Respecto a la relación entre ADN y evolución, las respuestas más comunes indicaron que el ADN constituye la base de la evolución y está relacionado con la genética y la herencia. No obstante, un grupo de estudiantes consideró que el ADN es producto de la evolución, mientras que otro segmento no supo establecer un vínculo claro entre ambos conceptos. Llama la atención que una proporción importante indicó que esta relación reside en las ventajas adaptativas y en el *perfeccionamiento* de las especies, sugiriendo nuevamente una visión dirigida de la evolución (ANEXO III). Este patrón se refuerza en las preguntas de verdadero o falso: cerca de la mitad de los estudiantes manifestaron creer que la evolución tiene una finalidad (ANEXO IV), y más del 80 % coincidió con la afirmación de que las especies evolucionan conforme al uso y desuso de sus órganos, heredando los caracteres adquiridos, tal como lo propuso Lamarck en el siglo XIX (ANEXO V).

Cuestionarios luego de tomar el curso

Los elementos más importantes de la materia con los que asociaron el curso estuvieron relacionados con temáticas científicas, la historia de la vida y el origen evolutivo de la especie humana. Algunos destacaron, además, que la asignatura era clave para desmitificar preconcepciones erróneas sobre la ciencia, entender mejor el funcionamiento de la naturaleza y reconocer las aplicaciones de estos conocimientos en la cotidianidad (figura 2).

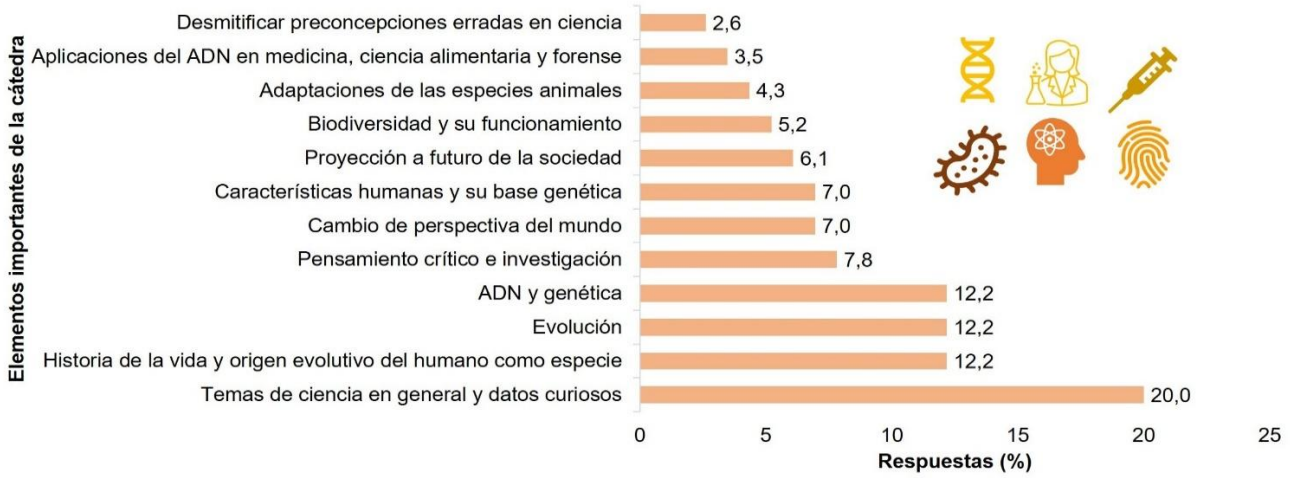


Figura 2. Elementos más importantes asociados a la cátedra mencionados por los estudiantes.

Los datos curiosos mencionados fueron numerosos y diversos (figura 3). La mayoría se centró en los crímenes que pueden ser resueltos gracias al conocimiento del ADN, aunque también surgieron múltiples inquietudes vinculadas a cada una de las clases vistas en la cátedra (ANEXO VI). Entre los temas que más llamaron la atención estuvieron: los estereotipos de belleza, las diferencias reproductivas que tenemos con gorilas, las explicaciones biológicas de las celotipias, el uso del CRISPR Cas-9 en edición genética, la epigenética y la importancia de los hábitos sobre la expresión genética, las bases genéticas de la homosexualidad, la clonación de la oveja Dolly, los alimentos transgénicos, los estudios con gemelos, los mecanismos de defensa natural de nuestro cuerpo en el contexto de la medicina darwiniana, y nuestra relación de parentesco con los chimpancés, entre muchos otros.



Figura 3. Nube de palabras sobre los datos curiosos mencionados por los estudiantes en la cátedra ADN y evolución humana.

En términos generales, la principal aplicación que los estudiantes identificaron de la clase fue la comprensión de distintos procesos biológicos como base para tomar mejores decisiones sobre temas actuales, como los organismos transgénicos, la evolución y las enfermedades (figura 4a). Algunos también mencionaron que la materia les ofrecía herramientas para seleccionar pareja, fomentar la empatía hacia la diversidad sexual y reflexionar sobre alternativas como la economía azul. En síntesis, interpretaron que la utilidad del curso radica en *entender para decidir*, combatiendo la desinformación y corrigiendo muchas ideas erradas que tenían antes de iniciar la asignatura (figura 4b).

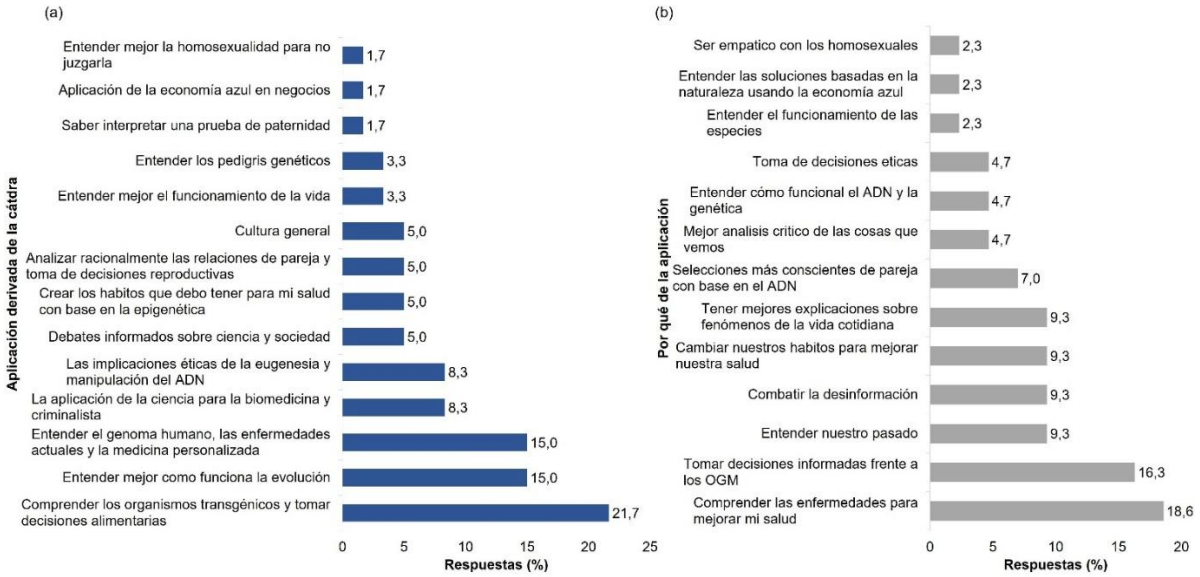


Figura 4. Aplicación de la cátedra (a) y el porqué de su aplicación (b) según los estudiantes.

La inmensa mayoría del curso mencionó haber aprendido mucho durante la cátedra. En esencia, valoraron la posibilidad de acercarse a estos conceptos científicos y a sus aplicaciones tecnológicas desde una perspectiva cotidiana. Además, varios estudiantes expresaron que el curso superó sus expectativas, al abordar una amplia variedad de temas que no imaginaron aprender cuando revisaron la guía de la asignatura (ver discusión). Destacaron también que la cátedra les brindó fundamentos importantes para comprender cómo funciona la vida en general, no solo la humana, sino también la de otras especies del mundo natural (figura 5).

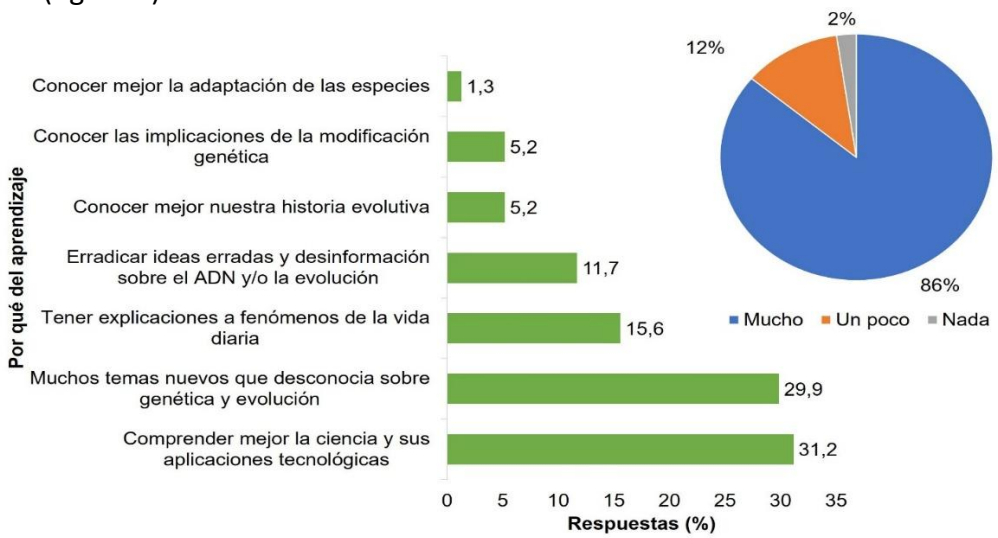


Figura 5. Percepción del aprendizaje de los estudiantes y la justificación de dicho aprendizaje.

Reflexiones y aprendizajes del curso

En términos generales, los estudiantes manifestaron en sus reseñas que el curso superó ampliamente todas sus expectativas, no solo por la profundidad y variedad de las temáticas abordadas, como se mencionó anteriormente, sino también por la metodología y la forma en que se impartieron las clases. La mayoría valoró positivamente que, a pesar de que las sesiones seguían una estructura clara—clase magistral, quiz y taller—, estos componentes se desarrollaron de manera dinámica, incluyente e interactiva, lo que estimuló la participación por parte del grupo durante cada clase (figura 6). Esta percepción positiva también se vio reflejada en el desempeño académico, dado que todos los estudiantes aprobaron y el promedio general de los tres cursos fue de 4,5 ± 0,38 (ANEXO VII).

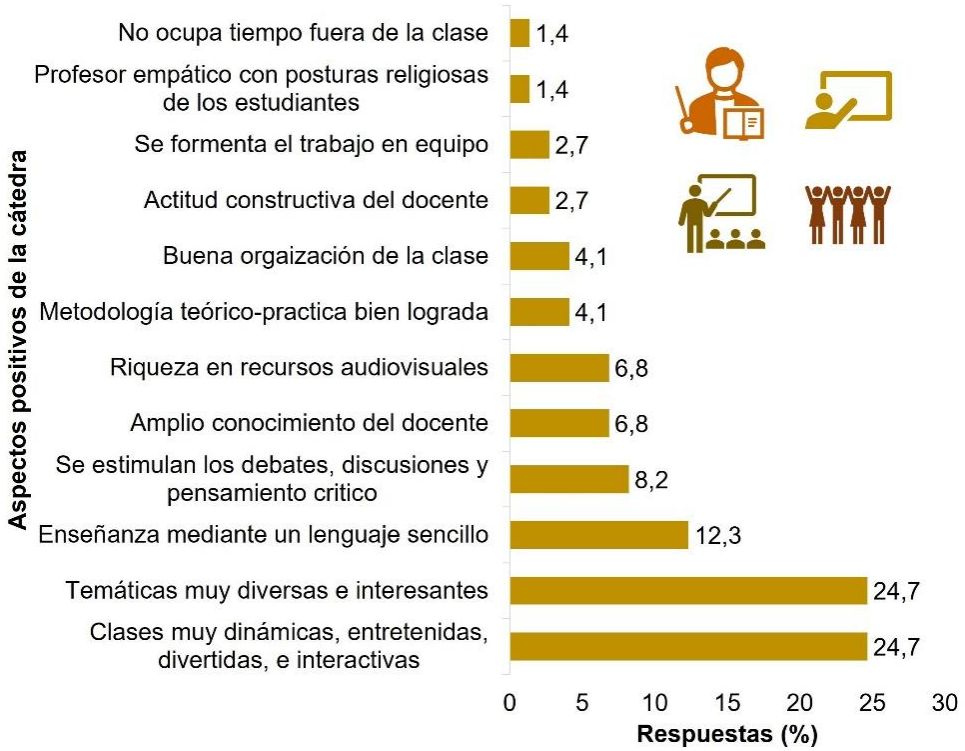


Figura 6. Aspectos positivos de la cátedra ADN y evolución humana mencionados por los estudiantes.

Uno de los aspectos más destacados fue el uso de un lenguaje sencillo para explicar temas que suelen ser complejos y abstractos. En este sentido, se resaltó la importancia de utilizar ejemplos cercanos a la realidad de los estudiantes para facilitar la comprensión. Otros elementos que contribuyeron al éxito del curso incluyeron la diversidad de recursos audiovisuales, especialmente útiles para visualizar conceptos difíciles de imaginar, como la estructura y el funcionamiento del ADN. Estos recursos, combinados con debates, reflexiones y una metodología teórico-práctica bien diseñada, junto con una actitud abierta y constructiva del docente y de los estudiantes, generaron un ambiente de aprendizaje enriquecedor y entretenido para todos los participantes del curso.

DISCUSIÓN

La enseñanza de la ciencia y su importancia en la sociedad son fundamentales para generar una mayor apropiación y defensa de esta. Esto es incluso más perentorio en países en vías de desarrollo, como Colombia, en donde la inversión en el sector de ciencia y tecnología es escasa, con menos del 0,3 % del Producto Interno Bruto (Rodríguez, 2023). Por esta razón, este tipo de cátedras constituye una excelente oportunidad para acercar a estudiantes de distintas carreras profesionales a las ciencias biológicas,

brindándoles bases conceptuales que les permitan comprender el funcionamiento de la naturaleza, sus aplicaciones en la vida cotidiana, así como los debates éticos e implicaciones sociales que conllevan, desde una postura crítica y analítica.

Conocimientos e ideas previas acerca del ADN y la evolución humana

El cuestionario previo reveló que, si bien los estudiantes tenían una noción general sobre la función del ADN, desconocían en gran medida su estructura y el papel fundamental que desempeña en los procesos evolutivos. Esta carencia es crítica, ya que dificulta una comprensión profunda de la evolución y de los mecanismos que la sustentan. En este sentido, tanto el ADN como la evolución constituyen conceptos estructurales (Gagliardi, 1986), esenciales para explicar una amplia gama de fenómenos biológicos y sus aplicaciones en la vida cotidiana.

Diversos estudios han documentado que las teorías evolutivas son escasamente comprendidas en distintos niveles educativos (Gándara Gómez, 2002; Smith, 2010a, 2010b; González-Galli y Meinardi, 2017; Larrain *et al*., 2021). Esta tendencia fue evidente en las respuestas relacionadas con la evolución, en las cuales predominó una visión teleológica del sentido común (González-Galli y Meinardi, 2017), junto con una interpretación lamarckiana del proceso evolutivo (Araujo Llamas y Ramírez Olaya, 2014). Tales concepciones han sido ampliamente reportadas en la literatura (León, 2019ª; Larrain *et al*., 2021; Archila *et al*., 2024;), y podrían estar influenciadas tanto por creencias religiosas que otorgan una finalidad al ente creador (Soto-Sonera, 2009), como por una comprensión intuitiva basada en la idea del uso y desuso de los órganos y la herencia de caracteres adquiridos, que erróneamente se atribuyen a las especies (Buckberry y Burke, 2012).

En este sentido, la cátedra incorporó elementos que fomentan una comprensión crítica de la genética y la evolución. El uso de la contextualización histórica, el análisis de casos contemporáneos y la generación de espacios de discusión abierta permitieron identificar y matizar concepciones intuitivas frecuentes entre los estudiantes. Así, aunque el propósito central del curso era acercar a estudiantes de distintos programas a conceptos fundamentales de genética y evolución desde una perspectiva accesible, las actividades desarrolladas brindaron un espacio valioso para explorar cómo los estudiantes enfrentan y reformulan las dificultades conceptuales descritas en la literatura.

Importancia de las creencias religiosas

En algunos casos, las concepciones lamarckianas y teleológicas son preferidas por los estudiantes porque generan menos conflicto con sus creencias personales (Rivas y González-García, 2016; Díaz-Castro, 2024). Por ello, resulta fundamental incorporar en el currículo escolar y universitario espacios donde se aborden y debatan temas relacionados con ciencia y religión, así como con el evolucionismo y el creacionismo, ya que suelen generar tensiones en estudiantes con un fuerte arraigo religioso (Soto-Sonera, 2009). Este tipo de conflicto puede constituir un obstáculo de naturaleza emocional o afectiva para el aprendizaje, en tanto que el rechazo a ciertos contenidos no se origina en su dificultad o incomprensión, sino en su contradicción con las creencias del estudiante (Araujo Llamas y Ramírez Olaya, 2014). Así lo manifestaron algunos alumnos en la reseña que hicieron del curso, quienes expresaron haber sentido temor al inscribirse en la asignatura debido a su formación basada en principios cristianos o católicos:

> No soy una persona que lea mucho respecto a la biología, la genética o la evolución. Por esto, la mayoría de las temáticas y conceptos vistos fueron información completamente nueva para mí. A su vez, al ser yo una persona muy creyente, temí un poco caer en una clase de un profesor ateo y agresor, pero fue todo lo contrario. Agradezco las posturas críticas y objetivas del profesor, que

> permiten adentrarse en materia religiosa e histórica sin juicios de valor y desde la objetividad (Estudiante de Teatro Musical, respuesta a cuestionario al finalizar el curso, 20 de mayo de 2021).

Precisamente en un país como Colombia, donde cerca del 90 % de la población se identifica con alguna corriente del cristianismo —ya sea católica, protestante o pentecostal— (Beltrán-Cely, 2013), es comprensible que muchos estudiantes mantengan visiones creacionistas sobre el origen y la evolución de la vida. Sin embargo, la adhesión a una determinada religión no debería entrar en conflicto con la comprensión de los mecanismos evolutivos.

En este sentido, el reconocido paleontólogo Stephen Jay Gould planteó en su libro *Ciencia versus religión: un falso conflicto* (2000) que estos ámbitos representan "magisterios" que no se superponen (MANS), es decir, dominios independientes pero complementarios del conocimiento humano. Según esta perspectiva conciliadora, la religión se ocupa de otorgar sentido y propósito a la existencia desde la fe, mientras que la ciencia busca comprender los fenómenos del mundo a partir de la evidencia empírica. Esta aproximación ha sido reportada en estudios de educación media como una estrategia útil para armonizar creencias personales con el conocimiento científico (León, 2019a). A lo largo de la cátedra, esta postura fue compartida con los estudiantes, utilizando ejemplos y argumentos tomados de la obra de Gould con el fin de reducir posibles resistencias hacia los contenidos del curso.

Problematización en el contexto institucional

Por otro lado, es posible que muchas de las dificultades encontradas y los vacíos de conocimiento sobre ADN y la evolución se atribuyan a la poca importancia que le da el Ministerio de Educación en Colombia a la enseñanza de ciencias básicas, especialmente en biología, durante la secundaria (Sanabria-Totaitive y Arango-Martínez, 2021; Esmeral-Pérez, 2023). Esto fue claro con algunas de las declaraciones de los estudiantes sobre el porqué de los aprendizajes del curso:

> Desde que estaba en el colegio, no veía ningún tema relacionado con la ciencia, por ende, mis conocimientos eran bastante básicos y, en verdad, me sorprendió saber que los humanos no evolucionamos de los simios, como siempre lo habíamos creído, sino que compartimos un ancestro. Por ende, aprendí datos muy curiosos que dan explicación a muchas cosas en mi diario vivir y que siento que son básicos para entender y contextualizarnos un poco de dónde venimos y cómo somos (Estudiante de Administración en Logística y Producción, respuesta a cuestionario al finalizar el curso, 18 de noviembre de 2021).
>
> Sinceramente desconocía la mayoría de los temas tratados en la clase, o si conocía algo, era muy mínimo, así que realmente la clase me abrió la mente a un sinfín de oportunidades y conocimientos (Estudiante de Administración de Negocios Internacionales, respuesta a cuestionario al finalizar el curso, 18 de noviembre de 2021).
>
> Antes de la clase, tenía muy poco conocimiento científico o no me interesaba dedicar tiempo a aprender más de estos temas. Después, al inscribir esta electiva, vi que son temas muy interesantes y es muy importante conocer de dónde surgimos y para dónde se dirige la ciencia (Estudiante de Marketing y Negocios Digitales, respuesta a cuestionario al finalizar el curso, 20 de mayo de 2021).

Estas percepciones no solo reflejan vacíos previos en la formación científica escolar, sino que también evidencian la necesidad de problematizar el contexto institucional en el que se inserta la educación superior, así como las políticas curriculares nacionales y las limitaciones estructurales que inciden en la enseñanza de estas temáticas. Aspectos como la rigidez de los programas académicos, que excluyen contenidos sobre evolución desde etapas tempranas de enseñanza por cuestiones religiosas (Archila *et al.*,

2024); la falta de acompañamiento institucional para adoptar enfoques innovadores que integren debates en torno a las ciencias (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2010; Archila y Molina, 2018); y la escasa formación docente en estrategias de enseñanza activa y didáctica sobre estas temáticas (Espinosa-Ríos, 2016; Bulla Díaz y Mosquera Suarez, 2021), pueden obstaculizar la transformación real de las prácticas pedagógicas en la enseñanza de las ciencias. En consecuencia, el interés por mejorar suele verse frenado por un entorno institucional y normativo que no favorece la implementación de enfoques más críticos, reflexivos e innovadores, como los que integran perspectivas históricas, sociales y epistemológicas de la ciencia.

En este contexto, se valoró el enfoque histórico de la clase como un apoyo para la comprensión de estas temáticas, lo cual ha sido resaltado en diferentes estudios, pues permite un análisis más crítico y reflexivo de la ciencia (Cortéz-Ruiz *et al*., 2015; Chaves Mejía 2016). Así lo expresaron algunos estudiantes:

> A pesar de haber tenido clases de biología en el colegio, creo que estas fueron mucho más complejas en cuanto a la cantidad de detalles que pudimos aprender y discutir luego en los talleres. Me quedaron mucho más claros varios temas sobre la genética y pude descubrir aplicaciones y estudios de esta que quizás no habría escuchado en otro lado; fue interesante también ver la parte histórica que nos ayudaba a contextualizar los descubrimientos en los momentos sociopolíticos relevantes (Estudiante de Artes Liberales en Ciencias sociales, respuesta a cuestionario al finalizar el curso, 18 de noviembre de 2021).

La cátedra como herramienta para la enseñanza de las ciencias y el pensamiento crítico

Dentro de los diversos aprendizajes y del valor formativo de la cátedra, la mayoría de los estudiantes destacó la importancia de acercar la ciencia a través de temas como el ADN y la evolución, especialmente en lo referente a su aplicación en distintas áreas como la medicina, la ciencia forense, la industria alimentaria, y la comprensión del origen del ser humano como especie, tal como ha sido señalado previamente (Chaves Mejía, 2016). Este tipo de contenidos no solo favorece la apropiación de conocimientos científicos relevantes, sino que también promueve el desarrollo de habilidades cognitivas, interpersonales e intrapersonales esenciales para el siglo XXI, alineadas con los enfoques de aprendizaje profundo propuestos por el *National Research Council* (2012). En este sentido, algunos estudiantes manifestaron:

> La ciencia es una gran herramienta que brinda la capacidad de explorar territorios y cruzar barreras de accesibilidad o de acercamiento incluso a muchas poblaciones. Mediante ella podemos innovar, transformar y mejorar condiciones humanas. A lo largo de la historia, la ciencia ha cambiado el mundo… y creo que el primer paso es enriquecerse en conocimiento para luego aplicarlo y tener un impacto en la sociedad (Estudiante de Fisioterapia, respuesta a cuestionario al finalizar el curso, 20 de mayo de 2021).

> Tenía conocimiento de un espectro muy reducido de la ciencia; no sabía todo lo demás que hay detrás. De lo poco que pudimos aprender, igual fue mucho en comparación con lo que sabía antes de ver la clase. Temas como la modificación genética, la adaptación de las especies y cómo esto sucede generación tras generación han sido temas importantes y muy relevantes hoy en día, ya que la tecnología nos ha permitido jugar con estos aspectos (Estudiante de Administración de negocios internacionales, respuesta a cuestionario al finalizar el curso, 18 de noviembre de 2021).

> No tenía idea de muchos temas que se tocaron en clase; pensaba que eran aburridos y fuera de la cotidianidad. Sin embargo, con esta clase aprendí que todo es llevado a un plano mucho más práctico y que es importante conocer estos temas porque nos sirven para tomar decisiones y

> también muchos otros de cultura general (Estudiante de Administración de empresas, respuesta a cuestionario al finalizar el curso, 20 de mayo de 2021).

La cátedra no solo permitió esclarecer numerosos conceptos relacionados con estos temas, sino que también promovió el desarrollo del pensamiento crítico, indispensable para cuestionar noticias, mensajes publicitarios y contenidos falsos que proliferan en la actual era de la desinformación, especialmente a través de las redes sociales y los medios digitales. Algunos conceptos, como el de mutación, han sido tergiversados y sacados de contexto por los medios de comunicación y por el uso inadecuado del lenguaje (Sanabria-Totaitive y Arango-Martínez, 2021).

En este sentido, se vuelve fundamental adoptar un enfoque basado en el razonamiento científico, en el que prime el escepticismo informado y el análisis riguroso frente a la avalancha diaria de información. La abundancia de noticias falsas (*fake news*), pseudociencia y cadenas de *WhatsApp* con contenido falaz representa una amenaza real para la salud pública, la seguridad, la democracia y el bienestar social (López-López *et al*., 2022; Vovkodav *et al*., 2022). En un contexto donde internet se ha convertido en la principal fuente de información para muchas personas, resulta urgente aprender a distinguir entre fuentes confiables y no confiables mediante el ejercicio de un pensamiento crítico sólido (Blanco-López *et al*., 2017). Así lo expresaron algunos alumnos:

> En todas partes se encuentran diferentes opiniones sobre temas relacionados con lo visto en clase, sobre conocimientos científicos y la ciencia en general; para poder dar mi propia opinión o tener una postura frente a alguno de estos temas, en especial los que son de controversia, es importante conocer sobre el tema, estudiarlo y dar razones desde la explicación científica, y no del "voz a voz", que puede distorsionar la verdad. Aprender sobre estos temas, desde una perspectiva libre de sesgos, y más desde las causas científicas y biológicas (Estudiante de Administración de negocios internacionales, respuesta a cuestionario al finalizar el curso, 20 de mayo de 2021).

Estrategias pedagógicas para facilitar la enseñanza

Uno de los factores que más destacaron los estudiantes como facilitadores para la comprensión de estos temas fue el carácter dinámico e interactivo de las clases, además del abordaje de temáticas diversas y el uso de un lenguaje claro y accesible que permitía entender con mayor facilidad los conceptos presentados. En este sentido, el uso de analogías ha sido propuesto como una estrategia efectiva para la enseñanza de la evolución biológica (León, 2019b; Sanabria-Totaitive y Arango-Martínez, 2021), ya que permite una aproximación didáctica a los mecanismos evolutivos mediante ejemplos cercanos a la realidad de los estudiantes. Las analogías facilitan el razonamiento y la conexión entre elementos de la vida cotidiana y conceptos abstractos, favoreciendo así una comprensión más profunda de los contenidos tratados en clase.

Por ejemplo, resultó más efectivo hablar de las adaptaciones de especies nativas—con las que los estudiantes están familiarizados—que utilizar especies exóticas difíciles de identificar, especialmente en el módulo de evolución. Asimismo, el uso de analogías y símiles cotidianos resultó fundamental para traducir conceptos técnicos a un lenguaje accesible. Comparaciones como la información del ADN con un código de barras que contiene los datos de un producto en el supermercado, la replicación del ADN con una fotocopiadora, y la epigenética con una carpeta que abre o cierra el acceso a documentos e información facilitaron la comprensión de quienes no tenían formación previa en biología. Además, la metáfora de condensar la historia de la vida en un calendario de 365 días facilitó entender la escala temporal evolutiva y situar con claridad eventos clave—como la aparición de los primeros organismos, el surgimiento de los dinosaurios o la evolución de la especie humana—dentro de una línea de tiempo equivalente a un año.

De igual manera, en la enseñanza de estas temáticas resulta determinante el uso de imágenes e ilustraciones impactantes, la incorporación de preguntas intercaladas, la simulación de modelos computacionales, la interacción entre elementos teóricos y prácticos, así como la presentación de mensajes concisos que capturen la esencia de los conceptos clave (León, 2019b; Della Costa y Occelli, 2020; Villalón García, 2021). Adicionalmente, la gamificación del aula constituye una estrategia valiosa para motivar al grupo, al ofrecer un entorno distinto en el que pueden poner a prueba los conocimientos adquiridos de forma lúdica y participativa (Lozada-Ávila y Betancur-Gómez, 2017). Actividades como el *Evolugame*—un juego grupal que incluye preguntas abiertas y de verdadero o falso—fueron ampliamente valoradas por los estudiantes, ya que contribuyeron a dinamizar la clase y a reforzar los aprendizajes de manera significativa.

Estas estrategias se alinean con los principios del aprendizaje activo, el cual ha demostrado favorecer una comprensión más profunda, mejorar el rendimiento y aumentar el compromiso del estudiantado en entornos de educación científica, incluyendo espacios de divulgación y formación general (Freeman *et al*., 2014; Theobald *et al*., 2020; Bailey *et al*., 2023). Más recientemente, se ha evidenciado que el aprendizaje activo en entornos digitales o híbridos también potencia habilidades socioemocionales y fortalece la integración de los estudiantes cuando se incorporan recursos participativos y centrados en ellos (Mujallid, 2024). En palabras de algunos alumnos:

> A partir de esta clase me di cuenta de que hay otras formas de aprender, pues la última vez que vi una clase relacionada fue en el colegio, donde la materia para mí era aburrida. Esta manera de aprender me gustó mucho, debido a todos los recursos audiovisuales a los que pudimos acceder y debido a todos esos datos interesantes que, en su momento, eran desconocidos (Estudiante de Administración de negocios internacionales, respuesta a cuestionario al finalizar el curso, 20 de mayo de 2021).
>
> En el colegio, el tema me parecía aburrido y no lo lograba entender. Creo que la manera didáctica en la que se desarrolló la clase me dio la oportunidad de entender el tema del ADN en todo su esplendor, aplicado a un ámbito más general y no tan científico (Estudiante de Administración de empresas, respuesta a cuestionario al finalizar el curso, 20 de mayo de 2021).
>
> Antes veía los temas de la biología como algo aburrido, pero en esta clase pude aprender cosas interesantes de una forma interactiva (Estudiante de Administración de negocios internacionales, respuesta a cuestionario al finalizar el curso, 20 de mayo de 2021).

Por último, es importante destacar que, en la realización del proyecto semestral, la mayoría de los estudiantes optó por indagar sobre un tema de genética o evolución humana que les resultaba especialmente interesante. Esta elección les permitió no solo profundizar en el conocimiento del tema, sino también idear estrategias creativas para divulgar lo aprendido, mediante diversos recursos como videos cortos, infografías, juegos y canciones. Crear escenarios de trabajo colaborativo con enfoques innovadores resulta fundamental para estimular la curiosidad de los estudiantes, fomentar su imaginación y facilitar un aprendizaje más libre, autónomo y significativo de las ciencias (Ruiz Triviño, 2024).

CONCLUSIÓN

Aunque la evolución suele entenderse como una noción de cambio, continúa siendo abordada por los estudiantes desde perspectivas intuitivas, lamarckianas y teleológicas. La explicación de la estructura y el funcionamiento del ADN resultó ser fundamental para establecer una conexión con las bases genéticas de la evolución, permitiendo a los alumnos comprender con mayor profundidad sus mecanismos y su dinámica en la naturaleza. Asimismo, los contenidos de la cátedra facilitaron un acercamiento significativo a la

ciencia, no solo a través de sus diversas aplicaciones tecnológicas, sino también al proporcionar herramientas para interpretar fenómenos naturales y adoptar posturas más analíticas, escépticas y críticas frente a los temas de actualidad.

Estas enseñanzas, sin embargo, deben ir acompañadas de una pedagogía que minimice el uso de tecnicismos, privilegiando en cambio el empleo de analogías y ejemplos cercanos a la realidad del estudiante, especialmente en el caso de quienes no tienen afinidad con las ciencias biológicas. No obstante, para que estas estrategias sean realmente efectivas y sostenibles, es indispensable que existan marcos normativos e institucionales que respalden la enseñanza de la evolución desde edades tempranas y fomenten de manera decidida la formación científica tanto en colegios como en universidades. Solo así será posible formar ciudadanos con un mayor conocimiento, comprensión crítica y capacidad de diálogo frente a temas coyunturales clave, en los que la genética y la evolución pueden enriquecer los debates.

Es fundamental seguir documentando experiencias educativas en torno a temas científicos en la educación superior, ya que ello contribuye no solo a fortalecer los procesos de aprendizaje, sino también a mejorar estructuralmente la enseñanza de la ciencia en un país que requiere con urgencia una mayor apropiación social del conocimiento.

DECLARACIÓN SOBRE CONFLICTO DE INTERÉS

La autora manifiesta que durante la ejecución del trabajo o la redacción del artículo no han incidido intereses personales o ajenos a su voluntad, incluyendo malas conductas y valores éticos distintos a los que usualmente tiene la investigación.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

El diseño y concepción del estudio, adquisición de los datos, análisis e interpretación de la información, redacción del manuscrito, revisión crítica y aprobación final del documento fueron realizados por Dennis Castillo-Figueroa.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todos los estudiantes (hoy profesionales) que participaron en este curso a lo largo de tres semestres, por su disposición y apertura al aprendizaje en temáticas que, aunque ajenas a sus disciplinas de base, abordaron con interés y compromiso. Agradezco también a la Universidad del Rosario y a la Facultad de Ciencias Naturales (hoy Escuela de Ciencias e Ingeniería) por haber impulsado estos espacios de formación, que promueven la divulgación científica. De igual manera, extiendo un especial agradecimiento a Diana Carolina Guzmán por su generosidad al compartir gran parte del material que enriqueció el desarrollo de estas cátedras. Finalmente, quiero agradecer a los tres revisores anónimos y a la editora por las valiosas observaciones y comentarios que realizaron sobre este trabajo, los cuales mejoraron sustancialmente la calidad del artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alonso González, M. (2019). Fake News: desinformación en la era de la sociedad de la información. Ámbitos. *Revista Internacional De Comunicación, 45*, 29-52. https://doi.org/10.12795/Ambitos.2019.i45.03

2. Araujo Llamas, R. y Ramírez Olaya, L. (2014). Obstáculos al aprendizaje del concepto estructurante evolución biológica. *Bio-grafía, 6*(extra), 231-244. https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia231.244

3. Archila, P. A., Molina, J. (2018). Evolution and Creationism: Views of students in a colombian university—findings from 7 years of data using a three-question survey. *Research in Science Education, 50,* 1619-1638. https://doi.org/10.1007/s11165-018-9746-3

4. Archila, P. A., Restrepo, S., Truscott de Mejía, A. y Molina J. (2024). STEM and Non-STEM Misconceptions About Evolution: Findings from 5 Years of Data. *Science and Education, 33*, 1211-1229. https://doi.org/10.1007/s11191-023-00428-5

5. Ayala, F. J. (2006). Darwin and Intelligent Design. Fortress Press.

6. Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., y Walter, P. (2014). Molecular biology of the cell (6th ed.). Garland Science.

7. Bailey, R., Ries, F., Heck, S. y Scheuer, C. (2023). Active Learning: A review of european studies of active lessons. *Sustainability, 15*(4), 3413. https://doi.org/10.3390/su15043413

8. Balvanera-Levy, P. (1995). La enseñanza de las ciencias biológicas. *Perfiles Educativos, 68*, 1-7.

9. Basulto-González, G., Gómez-Martínez, F.C. y González-Durand, O. (2017). Enseñar y aprender Biología desde el enfoque sociocultural-profesional. *EduSol, 17*(61), 70-81.

10. Blancas Hernández, J. L. y Rodríguez Pineda, D. P. (2013). Uso de tecnologías en la enseñanza de las ciencias. El caso de una maestra de biología de secundaria. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, 9*(1), 162-186.

11. Blanco-López, Á., España-Ramos, E. y Franco-Mariscal, A. J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice: Revista De Educación Científica, 1*(1), 107-115. https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2004

12. Bejarano Arias, L. R. (2023). La enseñanza de la biología en educación básica: una experiencia desde la perspectiva del arte y la cotidianidad. *Bio-grafía, 16*(extra), 3128-3136.

13. Beltrán-Cely, W. M. (2013). Pluralización religiosa y cambio social en Colombia. *Theologica Xaveriana, 63*(175), 57-85. https://doi.org/10.11144/Javeriana.tx63-175.prcs

14. Buckberry, S. y Burke da Silva, K. (2012). Evolution: Improving the understanding of undergraduate biology students with an active pedagogical approach. *Evolution: Education and Outreach, 5*(2), 266-273. https://doi.org/10.1007/s12052-012-0416-z

15. Bulla Díaz, M. F. y Mosquera Suárez, C. J. (2021). Formación continuada en didáctica de las ciencias para favorecer el cambio didáctico y fomentar competencias científicas. *Revista Electrónica EDUCyT, 11*(Extra), 641-653.

16. Castillo-Figueroa, D. (2024). La importancia de la educación universitaria sobre la biodiversidad de Colombia: perspectivas desde la docencia y el desarrollo sostenible. *Cuadernos de Biodiversidad, 66*(1), 1-14. https://doi.org/10.14198/cdbio.25828

17. Castillo-Figueroa, D. (2026). Rastreando la huella ecológica en el aula universitaria: experiencias educativas para la sostenibilidad del planeta. CIENCIA Ergo-Sum, 33.

18. Cárdenas Chica, A. D. y Mosquera, A. J. (2021). La enseñanza de la evolución biológica, una perspectiva alternativa en la educación rural: aproximación a una revisión teórica. *Revista Electrónica EDUCyT, 11*(Extra), 537-550.

19. Cuesta Moreno, L. M. (2019). El método científico como estrategia pedagógica para activar el pensamiento crítico y reflexivo. *Ciencias Sociales y Educación, 8*(15), 87-104. https://doi.org/10.22395/csye.v8n15a5

20. Chaves Mejía, G. A. (2016). La enseñanza de la evolución biológica desde la historia y la filosofía de la biología: aportes a la formación continua del profesorado. *Tecné, Episteme Y Didaxis: TED, 38*(extra), 978-983.

21. Chibás-Creagh, M. y Navarro-García, G. (2020). El aprendizaje contextualizado de la Biología 1 de Secundaria Básica. *Revista Luz, 84*(3), 81-90.

22. Cortéz-Ruiz, L. A., Latorre Beltrán, N. P. y Hernández Barbosa, R. (2015). La enseñanza del ADN desde una mirada histórica. Tensiones científicas y sociales. *Bio-grafía, 8*(extra), 120-128. https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia120.128

23. Darwin, C. R. (1859). On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life. John Murray.

24. Della costa, G. M. y Occelli, M. (2020). Análisis de simulaciones computacionales para la enseñanza del modelo de evolución biológica por selección natural. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 17*(2), 2201. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i2.2201

25. Díaz-Castro, I. J. (2024). Modelos mentales en estudiantes universitarios acerca de Evolución. *Bio-grafía, 17*(33), 70-88. https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.17.num33-19251

26. Duncan, R. G., y Reiser, B. J. (2007). Reasoning across ontologically distinct levels: Students' understanding of molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching, 44*(7), 938–959. https://doi.org/10.1002/tea.20186

27. Esmeral-Pérez, E., Coronado-Warne, Y. y Flórez-Nisperuza, E. (2023). Alfabetización científica del hogar al aula: vinculando saberes cotidianos al contexto escolar. *Praxis, 19*(1), 103-117. https://doi.org/10.21676/23897856.3815

28. Espinosa-Ríos, E. A. (2016). La formación docente en los procesos de mediación didáctica. *Praxis, 12*(1), 90-102. https://doi.org/10.21676/23897856.1850

29. Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H. y Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 111*(23), 8410-8415. https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111

30. Futuyma, D. J. (2013). Evolution (3rd ed.). Sinauer Associates.

31. Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza De Las Ciencias, 4*(l), 30-35. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5187

32. Gándara Gómez, M. (2002). El aprendizaje de la adaptación. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales, 32*, 65-71.

33. González-Galli, L. y Meinardi, E. (2017). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural en estudiantes universitarios de biología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 14*(2), 435-449.

34. González Tovar, S. L. (2024). Una experiencia educativa desde la enseñanza de la biotecnología en educación media. *Bio-grafía, 16*(extra), 1-9.

35. Gould, S. J. (2000). Ciencia versus religión: un falso conflicto. Crítica.

36. Guevara, M. A. y Lemus-Barrios, M. (2019). Las jornadas científicas fortalecen la enseñanza-aprendizaje de aspectos biológicos en educación primaria y secundaria. *RECIE: Revista Caribeña De Investigación Educativa, 3*(1), 95-101. https://doi.org/10.32541/recie.2019.v3i1.pp95-101

37. Hillis, D. M., Heller, H. C., Hacker, S. D., Hall, D. W., y Laskowski, M. J. (2020). Life: The science of biology (12th ed.). Macmillan Learning.

38. Lamarck, J.-B. (1809). Philosophie zoologique (J. González Llana, Trad.). F. Sempere y Compañía Editores.

39. Lander, E. S., Linton, L. M., Birren, B., Nusbaum, C., Zody, M. C., Baldwin, J., Devon, K., Dewar, K., Doyle, M., FitzHugh, W., Funke, R., Gage, D., Harris, K., Heaford, A., Howland, J., Kann, L., Lehoczky, J., LeVine, R., McEwan, P., McKernan, K. International human genome sequencing consortium (2001). Initial

sequencing and analysis of the human genome. *Nature, 409*(6822), 860-921. https://doi.org/10.1038/35057062

40. Larrain, A., López, P., Gómez, M., Verdugo, S., Freire, P., Grau, V., Bonhomme, A. y Cosmelli, D. (2021). Las ideas de estudiantes chilenos acerca de la evolución de los seres vivos: ¿qué piensan al término de la enseñanza primaria? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 18*(1), 1106. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1106

41. León, E. (2019a). Concepciones de estudiantes de educación media general sobre el origen de la vida. *Encuentro Educacional, 26*(2), 192-206. https://doi.org/10.5281/zenodo.8206817

42. León, E. (2019b). Estrategias de enseñanza utilizadas en clases de evolución biológica. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, 21*(1), 141-162.

43. Lewis, J. y Kattmann, U. (2004). Traits, Genes, Particles and Information: Re-Visiting Students' Understandings of Genetics. *International Journal of Science Education, 26,* 195-206. http://dx.doi.org/10.1080/0950069032000072782

44. López-López, P. C., Dagatti, M. y Mendoza, M. (2022). Prólogo. El impacto de las noticias falsas y la desinformación en las democracias de América Latina y el Caribe. *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación, 161,* 11-18. https://doi.org/10.18682/cdc.vi161.6975

45. Lozada-Ávila, C. y Betancur-Gómez, S. (2017). La gamificación en la educación superior: una revisión sistemática. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 16*(31), 97-124.

46. Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2010). Acompañamiento para la gestión institucional.

47. Mujallid, A. (2024). Digital active learning strategies in blended environments to develop students' social and emotional learning skills and engagement in higher education. *European Journal of Education, 59*, e12748. https://doi.org/10.1111/ejed.12748

48. National Research Council. (2012). Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century. The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/13398

49. Nehm, R., y Schonfeld, I. (2008). Measuring Knowledge of Natural Selection: A comparison of the CINS, an open-response instrument, and an oral interview. *Journal of Research in Science Teaching, 45,* 1131-1160. https://doi.org/10.1002/tea.20251

50. Rivas, M. L. y González García F. (2016). ¿Comprenden y aceptan los estudiantes la evolución? Un estudio en bachillerato y universidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 13*(2), 248-263.

51. Roca, M. (2005). Las preguntas en el proceso de enseñanza- aprendizaje de las ciencias. *Educar, 25,* 73-80.

52. Rodríguez, B. (1995). La didáctica de la genética. Revisión bibliográfica. Investigación y experiencias didácticas. *Enseñanza de las ciencias, 13*(3), 379-385. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4258

53. Rodríguez, G. (2023, octubre 17). Claves de la crisis de la financiación en ciencia, tecnología e innovación en Colombia. Periódico UNAL.

54. Ruiz Triviño, A. L. (2024). Estrategias multifuncionales para la enseñanza de la biología en educación básica. *Tecné, Episteme Y Didaxis: TED, 55*, 139-142.

55. Sanabria-Totaitive, I. A. y Arango-Martínez, A. V. (2021). La analogía como estrategia en la enseñanza de la evolución biológica. *Praxis, 17*(1), 11-26. https://doi.org/10.21676/23897856.3312

56. Smith, M. (2010a). Current status of research in teaching and learning evolution: I. Philosophical/Epistemological Issues. *Science and Education, 19*(4-8), 523-538. https://doi.org/10.1007/s11191-009-9215-5

57. Smith, M. (2010b). Current status of research in teaching and learning evolution: II. Pedagogical Issues. *Science and Education, 19*(4-8), 539-571. https://doi.org/10.1007/s11191-009-9216-4

58. Soto-Sonera, J. (2009). Influencia de las creencias religiosas en los docentes de ciencia sobre la teoría de la evolución biológica y su didáctica. *Revista mexicana de investigación educativa, 14*(41), 515-538.

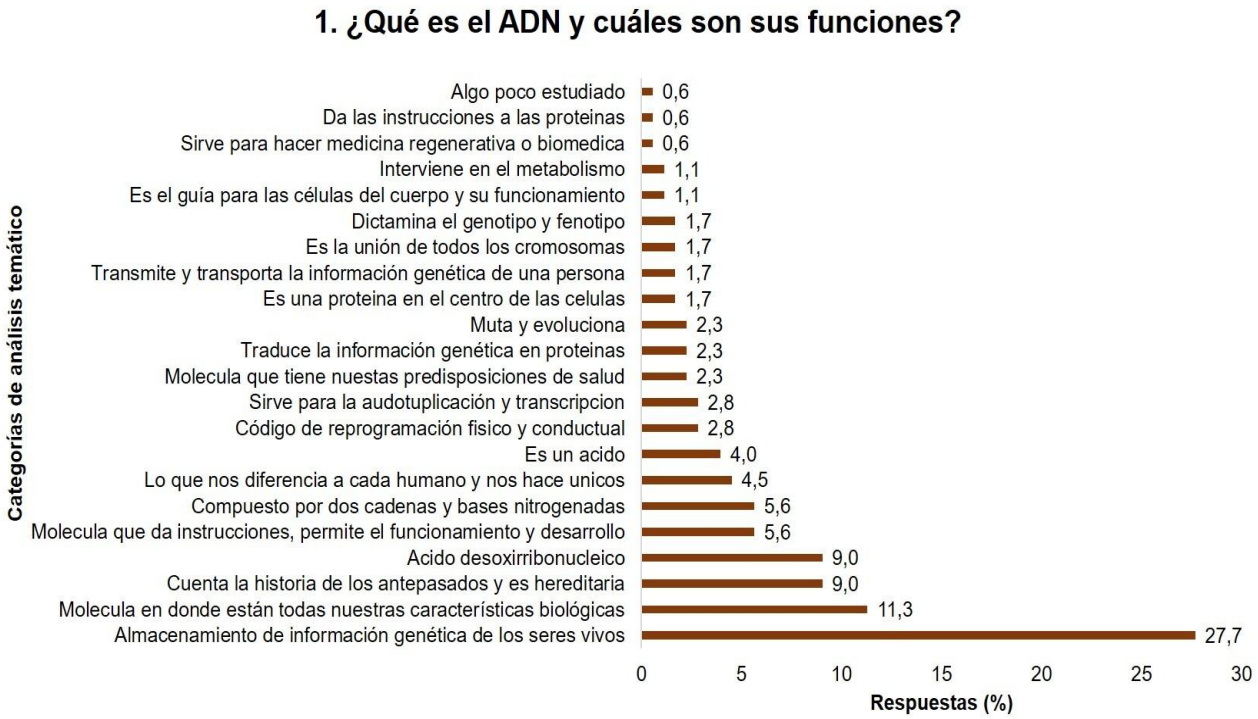
59. Theobald, E. J., Hill, M. J., Tran, E., Agrawal, S., Arroyo, E. N., Behling, S., Chambwe, N., Cintrón, D. L., Cooper, J. D., Dunster, G. P., Grummer, J. A., Hennessey, K., Hsiao, J., Iranon, N., Jones, L., Jordt, H., Keller, M., Lacey, M. E., Littlefield, C. E. y Freeman, S. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 117*(12), 6476-6483. https://doi.org/10.1073/pnas.1916903117

60. Villalón García, G. L. (2021). La divulgación científica en la formación universitaria. Enfoques y experiencias. *Atenas, 1*(53), 139-155.

61. Vovkodav, V., Marcos, L. S. y Cordero Redondo, A. (2022). Fake news y su impacto en la sociedad: una revisión de la literatura. *Pangea, 13*(1), 45-60. https://doi.org/10.52203/pangea.v13i1.220

ANEXOS

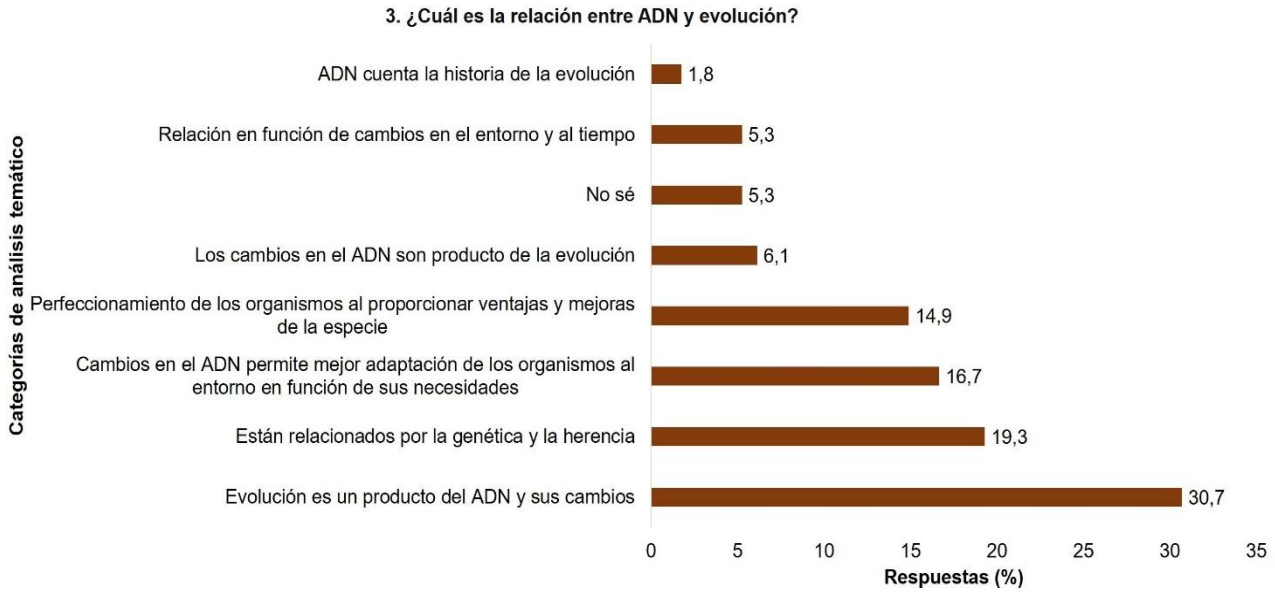
ANEXO I. Porcentaje de respuestas sobre la primera pregunta del cuestionario previo a tomar el curso: ¿Qué es el ADN y cuáles son sus funciones?



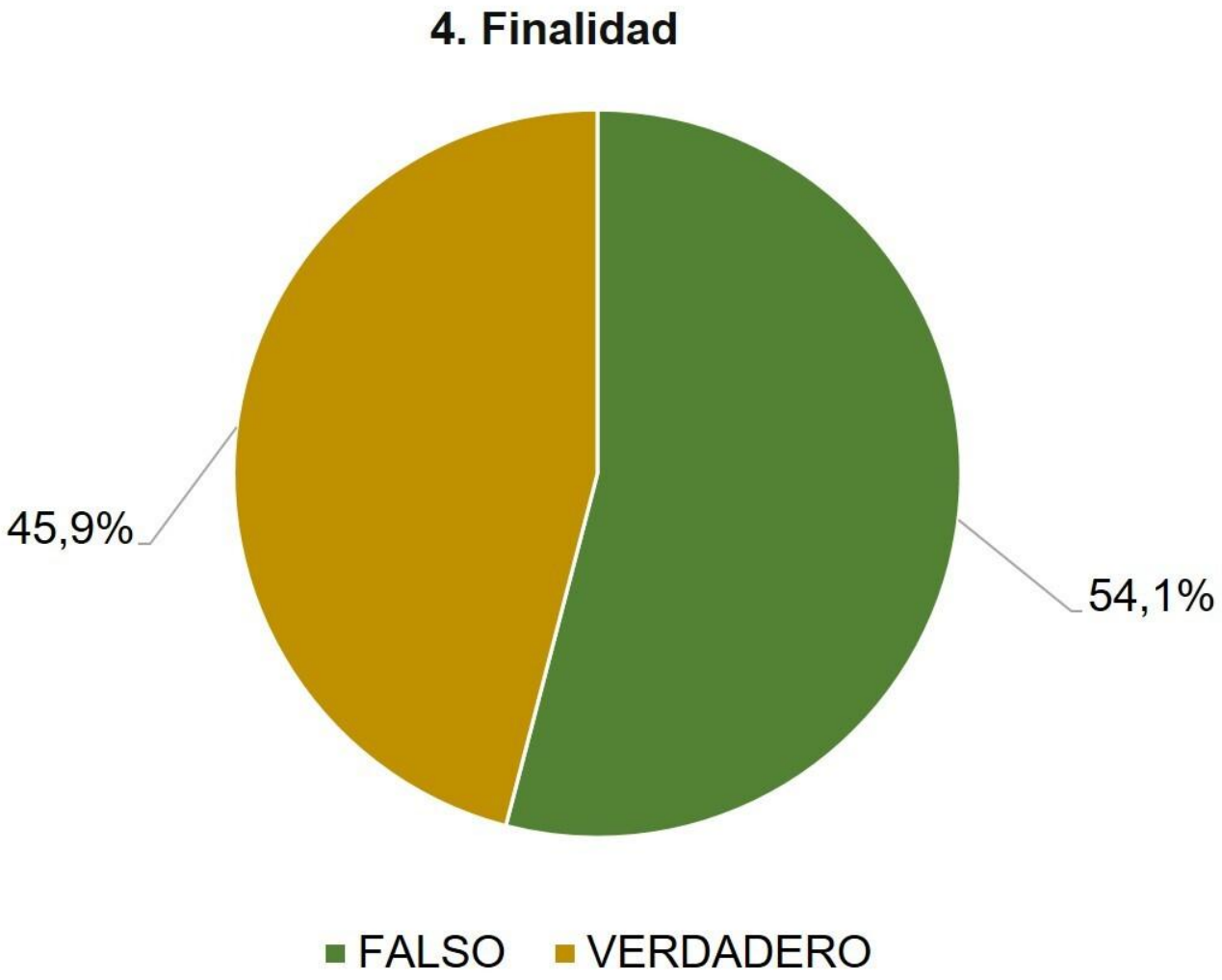
ANEXO II. Porcentaje de respuestas sobre la segunda pregunta del cuestionario previo a tomar el curso: ¿Qué es la evolución y cómo funciona?



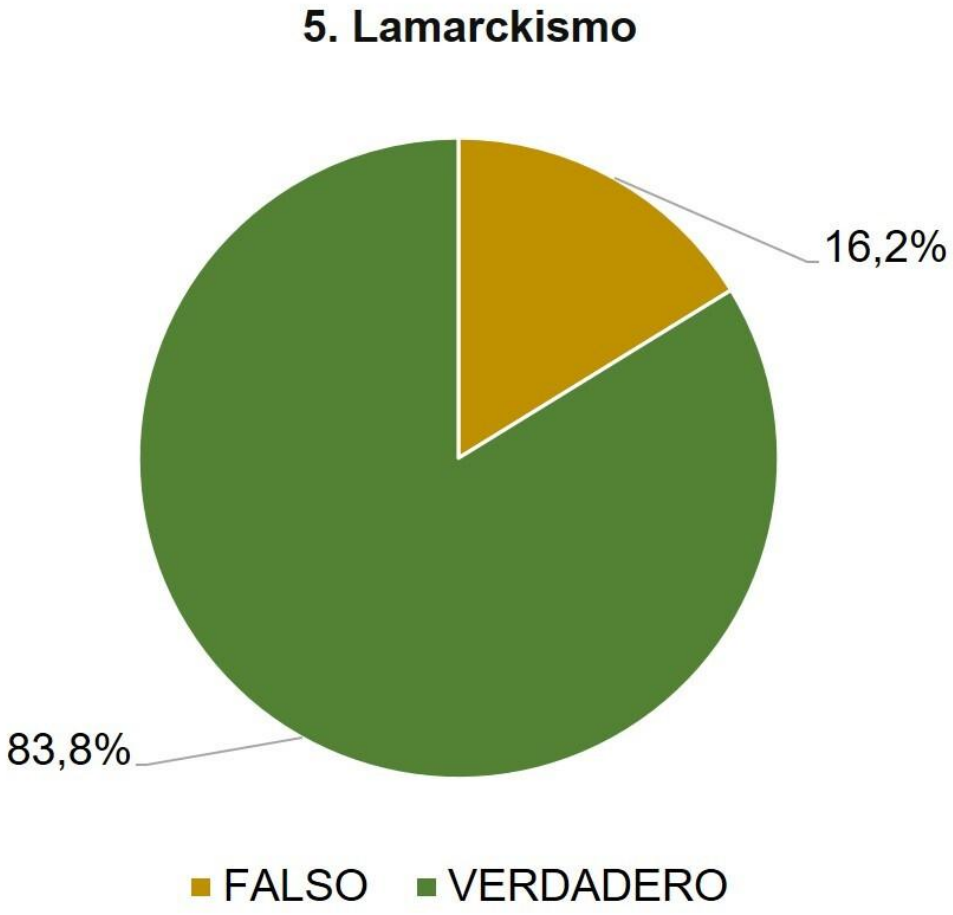
ANEXO III. Porcentaje de respuestas sobre la tercera pregunta del cuestionario previo a tomar el curso: ¿Cuál es la relación entre ADN y evolución?



ANEXO IV. Porcentaje de respuestas sobre la cuarta pregunta del cuestionario previo a tomar el curso: pregunta de verdadero o falso sobre la finalidad de la evolución.



ANEXO V. Porcentaje de respuestas sobre la quinta pregunta del cuestionario previo a tomar el curso: pregunta de verdadero o falso sobre la afirmación del lamarckismo.



ANEXO VI. Porcentaje de respuestas relacionadas con los datos curiosos del curso que más llamaron la atención de los estudiantes.



ANEXO VII. Histograma de frecuencias de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en los tres grupos semestrales del curso (2020-2, 2021-1 y 2021-2).

