

Eje 2

Procesos didácticos
y de aprendizaje en las
ciencias de la naturaleza



Avances de la ambientalización curricular: un análisis de la sede Neiva de la Universidad Surcolombiana

Steps towards a Greener Curriculum: A Look at the Neiva Campus of the Surcolombiana University

Jonathan Andrés Mosquera¹

Elías Francisco Amórtegui-Cedeño²

Resumen

Las emergencias ambientales, sanitarias y de orden ecociudadano permiten justificar la necesidad de fomentar procesos de ambientalización curricular desde los procesos de formación inicial de profesionales en distintos campos del conocimiento a escala global. Por ello, se hace un análisis de tipo documental en torno a los planes de estudio, microdiseños curriculares y lineamientos formativos de los programas de pregrado de la Sede Neiva de la Universidad Surcolombiana. La revisión permite establecer que los programas de pregrado consideran el ambiente desde un enfoque sistémico; sin embargo, en muchas ocasiones limitan al ambiente y sus problemáticas a los planos biológico y ecológico, y lo enmarcan en cursos de las ciencias naturales y exactas, lo cual desvincula la dimensión ambiental de los campos social, cultural, económico y político.

Palabras clave: ambientalización, formación profesional, educación superior, currículo.

Abstract

The increasing frequency of environmental, health, and eco-citizen emergencies underscores the urgency of integrating curricular greening processes into the initial training of professionals across all disciplines globally. This study employs a documentary analysis to examine the study plans, curricular micro-designs, and training guidelines of undergraduate programs offered at the Neiva Campus of the Surcolombiana University. While the review reveals that these programs consider the environment through a systemic lens, it also identifies a tendency to limit environmental education to the biological and ecological aspects, often restricting its inclusion to courses within natural and exact sciences. This siloed approach neglects the crucial social, cultural, economic, and political dimensions of environmental issues.

Keywords: greening, vocational training, higher education, curriculum.

¹ Universidad Surcolombiana. Colombia, jonathan.mosquera@usco.edu.co, ORCID: 0000-0003-2947-6291

² Universidad Surcolombiana. Colombia, elias.amortegui@usco.edu.co, ORCID: 0000-0001-9179-1503

1. Introducción

La ambientalización curricular en Colombia nace en 1992, cuando se suscribe un convenio entre el Ministerio de Educación y el Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional (IDEA), con el objetivo de iniciar los estudios y las estrategias metodológicas para vincular la educación ambiental en la educación superior. En este sentido, en la Universidad Surcolombiana, López y Puentes (2011) mencionan las necesidades de una modernización curricular, con el fin de garantizar la integración de saberes, conocimientos, condiciones y formas básicas de desarrollo para la formación de profesionales en las múltiples áreas del conocimiento. De ahí que sea necesario entender las prácticas pedagógicas en su doble dimensión, como transmisor cultural y como lo que ellas celebran o agencian. En relación con esto último, Amórtegui (2018) brinda las ventajas que se tienen desde los programas en la Universidad Surcolombiana al implementar las prácticas de campo como un eje fundamental para el proceso enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales, la biología y el medio ambiente. Así es posible asociar la conservación de los seres vivos y el contacto directo con los entornos naturales y el medio ambiente desde los variados campos del conocimiento.

En la mayoría de los contextos educativos la dimensión ambiental es asociada a la problemática ambiental que se genera en el mundo. Sin embargo, en las universidades de otros países se ha venido generando una flexibilización en los currículos institucionales incluidos asuntos como el medio ambiente, la cultura y la sociedad (Bravo, 2012). De esta manera, las metodologías curriculares en el plano ambiental se realizan según el análisis del currículo, teniendo en cuenta organización, contenidos y perspectiva pedagógica de cada plan de estudios para tener una inclusión de manera transversal. Con esta perspectiva de transformación y construcción alternativa de las tendencias dominantes teóricas y didácticas merma la idea «no-ambiental», para promover implícitamente el cuidado, la protección ambiental y/o el uso racional de recursos naturales y que se oriente hacia la conservación de la naturaleza.

No obstante, Junyent et al. (2011) reconocen que realizar la ambientalización curricular en las instituciones educativas de nivel superior es un reto debido al proceso difícil de institucionalizar, los currículos, de manera transversal con sostenibilidad a este tipo de problemáticas. El proceso requiere integrar conceptos de uso adecuado de recursos naturales y el medio ambiente.

2. Metodología

Este trabajo se basa en un enfoque de investigación cualitativa, en el cual se hace uso del análisis documental mediante un sistema de categorías por emergencia, y en el Resumen Analítico Educativo (RAE) (Rivas, Amórtegui y Mosquera, 2017) para examinar e interpretar el contenido de planes de estudio y microdiseños curriculares de programas de pregrado de la Universidad Surcolombiana. Se recopilieron 382 documentos distribuidos entre planes de estudio y microdiseños curriculares de los programas en las siete facultades de la casa de estudios, y se establecieron tendencias y categorías de análisis en torno a las fuentes de información y la temática de interés.

3. Resultados

En este apartado se muestran los datos obtenidos a partir del análisis de los documentos sistematizados entre planes de estudio y microdiseños curriculares. Los criterios de análisis de ambientalización curricular se establecieron a partir de cuatro categorías: Noción sobre ambiente, Problemática ambiental, Noción ahorro del agua y Problemática ahorro del agua. Las categorías y subcategorías de análisis se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1
Categorías y subcategorías

Categorías	Subcategorías
Noción sobre ambiente	<i>No se identifica</i>
	<i>Formación del ciudadano íntegro</i>
	<i>Ambiente sujeto de derecho</i>
	<i>Problemática mundial</i>
	<i>Sistemas físicos</i>
	<i>Nuevas soluciones a las problemáticas ambientales</i>
	<i>Biodiversidad integrada con ambiente</i>
	<i>Desarrollo sostenible</i>
	<i>Los seres vivos y entorno</i>
Problemática ambiental	<i>No se identifica</i>
	<i>Desarrollo equitativo y sostenible</i>
	<i>Biodiversidad y medio ambiente</i>
	<i>Crecimiento acelerado de la población</i>
	<i>Individuo propositivo en la mejora del medio ambiente</i>
	<i>Análisis sociológicos del medio ambiente</i>
Noción ahorro del agua	<i>Derechos del medio ambiente</i>
	<i>No se identifica</i>
	<i>Problemática del agua</i>
Problemática ahorro del agua	<i>Comisiones de regulación: agua</i>
	<i>No se identifica</i>
	<i>Análisis de la problemática del agua</i>
	<i>Agua como servicio público</i>

Fuente: Elaboración propia.

El análisis se realizó sobre los documentos que guardaban alguna relación con la ambientalización curricular; incluidas temáticas como cuidado del medio ambiente, conservación, problemáticas medioambientales y agua.

En los planes de estudio analizados se observa que la mayoría de programas de pregrado incluyen cursos relacionados con la gestión ambiental y el medio ambiente. Sin embargo, para fines de esta investigación, solo se sistematizaron microdiseños curriculares de los programas de física, matemática aplicada, biología aplicada, derecho y psicología debido a su relación con las temáticas definidas anteriormente.

Física

En este programa se encontraron 11 documentos y solo cuatro trataban temáticas del medio ambiente, entre ellos el Plan de estudio y los microdiseños de los cursos de Química, Medio Ambiente e Introducción a la Física. El análisis permitió reconocer subcategorías como *Medio ambiente en formación del ciudadano íntegro* y *Nuevas soluciones a las problemáticas ambientales* en relación con la *Noción sobre el ambiente*. Esto indica que en los cursos de Química, Medio Ambiente e Introducción a la Física se propone vincular sus temáticas generales en los procesos asociados con el buen uso de los recursos naturales, la conservación y el mejoramiento del medio ambiente. Además, se considera la participación en asuntos del medio ambiente, educación y ética ambiental como la base para la transformación cultural y un eje transformador del profesional, ya que permite la evaluación de problemáticas del aire, el agua y los residuos. Se considera necesario que la enseñanza de la física esté apoyada en los estándares básicos de enseñanza en relación con la sostenibilidad, puesto que estos lineamientos tienen un papel fundamental en la formación de seres humanos solidarios, capaces de pensar de manera autónoma, actuar de manera propositiva y responsable en los diferentes contextos interesados en el cuidado del medio ambiente (Núñez, 2021).

Matemática Aplicada

En este programa se analizaron 10 documentos, de los cuales 5 abordaban temáticas sobre el medio ambiente, entre ellos el Plan de estudio y los microdiseños de los cursos de Biología General, Física Básica, Medio Ambiente y Química General. El análisis permitió reconocer que en relación con la *Problemática ambiental* surgen subcategorías como *Individuo propositivo en la mejora del medio ambiente* y *Análisis sociológico del medio ambiente*. Asimismo, cuando se revisan los aspectos sobre la *Noción ahorro de agua*, surge solamente la subcategoría *Problemática del agua* en uno de los documentos revisados. Lo anterior indica que en los cursos de Biología General, Física Básica, Medio Ambiente y Química General se vinculan temáticas del medio ambiente y problemáticas de ahorro del agua con diversos objetivos como el estudio de los fenómenos naturales, además de su funcionamiento y relación con el medio ambiente. De igual manera, en estos cursos se propende la interpretación del movimiento de la energía en la solución de problemáticas ambientales, y se vincula la educación y la participación ambiental para fomentar el uso adecuado de los recursos naturales, la conservación y el mejoramiento del medio ambiente. Esta perspectiva se asocia a los planteamientos de Calabuig (2004), quien considera que la educación sobre el medio ambiente no debe recaer en una sola área del conocimiento, sino que debe ser el punto de encuentro de muchas de las áreas del conocimiento, como

es el caso de las matemáticas, en donde sus saberes, capacidades y elementos de reflexión contribuyen a un mejor entendimiento del mundo.

Biología Aplicada

Para este caso se analizaron seis documentos que abordaban temáticas relacionadas con el medio ambiente. Entre los microdiseños curriculares están los de los cursos de Biología Celular, Biología General, Química Orgánica, Química General, Física General y Botánica. Es interesante ver cómo la *Problemática ambiental* se analiza en este programa desde el análisis de la *Biodiversidad y la relación con el medio ambiente*, el papel del *Individuo propositivo en la mejora del medio ambiente* y el *Análisis sociológico del medio ambiente*. Una de las líneas por las cuales se vincula el medio ambiente en este programa de pregrado es la relación entre las plantas y el medio ambiente, cuyo fin es que el futuro profesional en biología aplicada tenga una visión amplia de la naturaleza, formado desde una actitud crítica, ética, tolerante con la diversidad y comprometida con el medio ambiente. Sin embargo, es necesario considerar que los profesionales abordan el conocimiento del ambiente a partir de su conocimiento disciplinar; por lo tanto, se hace necesario determinar cómo esta visión crítica que se teje con la educación ambiental se inserta en los currículos universitarios (Pérez y Sánchez, 2015).

Derecho

En este programa de pregrado se registraron 52 documentos; sin embargo, solo tres microdiseños curriculares abordan temáticas asociadas con el medio ambiente. Estos documentos pertenecen a los cursos de Servicios Públicos Domiciliarios, Derecho Civil, Derechos Humanos y Derecho Internacional. El análisis de estos documentos permitió identificar que la *Noción ambiente* se teje desde subcategorías como *Medio ambiente y formación integral del ciudadano* y, en algunos casos se piensa *el medio ambiente como sujeto de derecho*. Por otro lado, en este programa se aborda la *Problemática del ahorro del agua* desde el análisis de *Comisiones de regulación: del agua*, y se defiende en la formación de futuros abogados que el *Agua es un servicio público*. Es decir, en el programa de derecho, la formación curricular incluye las competencias del *Ser*, puesto que en el ejercicio profesional los abogados deberán demostrar interés y reconocimiento por los demás, aparte del respeto y la inclusión hacia la sensibilidad por el entorno natural. No obstante, Quintana et al. (2020) consideran que la formación en el programa de derecho reclama un currículo que responda a las demandas y exigencias del entorno, entre ellas la aplicación legislativa para la protección ambiental. Por lo tanto, en la educación ambiental superior es necesario proveer a los futuros profesionales de un panorama lo suficientemente amplio para comprender la complejidad ambiental.

Psicología

En este programa se encontraron seis documentos y solo dos incluían asuntos del medio ambiente, como es el caso del curso de Sociología. Se reconoce que, en este espacio curricular, la *Problemática ambiental* se vincula desde los *Análisis sociológicos del medio ambiente*. Esta característica se puede asociar con la psicología ambiental, la cual es considerada como

el área de la psicología en la que recae la responsabilidad de abordar la promoción de los comportamientos asociados al desarrollo sostenible (Corral-Verdugo, 2010; Gifford, 2014).

4. Discusión y conclusiones

La ambientalización curricular que se teje desde los programas de pregrado analizados en este estudio, se caracteriza por una dimensión del medio ambiente que se aproxima a las corrientes que orientan la educación ambiental de acuerdo a Sauvé (2003). De esta manera, la Universidad Surcolombiana en todos sus programas de pregrado, excepto en la licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, se obliga a tener en su plan de estudios el curso de Medio Ambiente. Este curso tiene como objetivo «fomentar un ser humano integral que reconozca las problemáticas que se generan en el mundo, incluyendo como problemática principal el medio ambiente, logrando que se genere un curso teórico y de proyección social». Este objetivo del curso se relaciona con la postura que refiere Sauvé (2010) a la corriente sistémica, la cual desarrolla un pensamiento analítico con una visión global. De este modo, en la Universidad Surcolombiana se fomenta la formación de un profesional que es y será un individuo que comprende las realidades ambientales, y con la ayuda de los estudios de casos podrá realizar un análisis de los sistemas ambientales, al adquirir conocimientos con base en la ecología, para desarrollar una visión ecosistémica de las realidades ambientales, incluidos sus componentes tecnológicos y el desarrollo de habilidades para trabajar en interdisciplinariedad.

5. Agradecimientos y reconocimientos

A la Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social de la Universidad Surcolombiana por la financiación de este proyecto de investigación mediante Convocatoria de Mediana Cuantía para el periodo 2022-2023.

6. Referencias bibliográficas

- Amórtegui Cedeño, E. F. (2018). *Contribución de las prácticas de campo a la construcción del conocimiento profesional del profesorado de Biología. Un estudio con futuros docentes de la Universidad Surcolombiana (Neiva, Colombia)* [Tesis de doctorado. Valencia: Universidad de Valencia], España. <https://roderic.uv.es/handle/10550/66943>
- Bravo Mercado, M. T. (2012). La UNAM y sus procesos de ambientalización curricular. *Revista mexicana de investigación educativa*, 17(55), 1119-1146.
- Calabuig, T. (2004). Diagnóstico del grado de ambientalización de la materia Didáctica de las Matemáticas de la Facultad de Educación y Psicología de la UdG. *Nuevas tendencias en investigaciones en Educación Ambiental*, 249-264.
- Corral-Verdugo, V. (2010). *Psicología de la sustentabilidad* (1.  ed.). Trillas.
- Gifford, R. (2014). Environmental Psychology Matters. *Annual Review of Psychology*, 65(1), 541-579. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115048>

- Junyent, M., Bonil, J., & Calafell, G. (2011). Evaluar la ambientalización curricular de los estudios superiores: un análisis de la red Edusost. *Ensinó em revista*, 18(2), 323-340.
<https://ddd.uab.cat/record/224393>
- López, N., & Puentes, A. (2011) Modernización curricular de la Universidad Surcolombiana: integración e interdisciplinariedad. *Revista Entornos*, (24), 103-122.
- Núñez, J. (2021). Proyección de la ambientalización curricular en un curso de física mecánica. *Memorias Congreso Internacional Vive la Ciudad Sostenible*, 74-83.
- Quintana, G. E., Enrique, J., Mateos, G., & Baquerizo, R. P. (2020). Cimientos de la ambientalización en la educación superior: la formación ambiental del docente. *Revista Cubana de Educación Superior*, 2, 99-105.
- Rivas, J., Amórtegui, E. F., & Mosquera, J. A. (2017). Estado del arte de los trabajos de grado realizados en el programa de licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana (2006-2015). Caracterización desde el conocimiento del profesor. *Tecné, Episteme & Didáxis - TED*, 86-93. Obtenido de <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4475/3692>
- Sauvé, L. (2003). Perspectivas curriculares para la formación de formadores en educación ambiental. *Conférence présentée dans le cadre du Primer Foro Nacional sobre la Incorporación de la Perspectiva Ambiental en la Formación Técnica y Profesional*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.
- Sauvé, L. (2010). Educación científica y educación ambiental: un cruce fecundo. *Enseñanza de las ciencias*, 28(1), 5-18. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/189092>

Uso de las redes sociales como recurso didáctico para la enseñanza de Química en 5.º de Secundaria en República Dominicana

Social Networks as a Didactic Resource for the Teaching of Chemistry in 5th Grade of Secondary School, Dominican Republic

Laura Barreto de Corona¹

Milvia Medina-Peralta²

Steve Polanco-López³

Resumen

Las redes sociales son una herramienta importante para el aprendizaje colaborativo y el intercambio de información en el ámbito educativo. En el presente trabajo estas se utilizan como medio de divulgación científica de los resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio realizadas en la asignatura de Química de 5.º de Secundaria, con el objetivo de fomentar la motivación y la creatividad en los estudiantes. Se trabajó con la metodología de investigación-acción basada en un método inductivo con estudiantes de 5.º de Secundaria del Politécnico Prof. Ana Gloria de la Cruz Estrella, en la ciudad de Santiago, República Dominicana. Se diseñaron tres prácticas de laboratorio de Química Orgánica, se crearon perfiles en una red social y se divulgaron en ella los resultados de las prácticas. Los resultados demuestran que la integración de estas plataformas en entornos educativos incrementa la motivación en los estudiantes por el aprendizaje de química.

Palabras clave: redes sociales, prácticas de laboratorio, enseñanza de la química, divulgación científica.

Abstract

Social networks serve as vital tools for collaborative learning and information exchange within educational contexts. In this study, they are utilized as a means of scientifically disseminating the results obtained from laboratory practices conducted in chemistry classes for 5th-year secondary school students. The primary objective is to foster motivation and creativity among students. We employed an action-research methodology, based on an inductive approach with 5th-grade high school students from Prof. Ana Gloria de la Cruz Estrella Polytechnic in Santiago, Dominican Republic. Three organic chemistry laboratory practices were designed, and profiles were created on a social network platform to disseminate the results of these practices. The findings indicate that the integration of these platforms within educational settings enhances students' motivation to learn chemistry.

Keywords: social networks, laboratory practices, chemistry teaching, scientific dissemination.

¹ Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña, ISFODOSU. República Dominicana, laura.barreto@isfodosu.edu.do, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6163-0984>

² Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña, ISFODOSU. República Dominicana, 201930018@issu.edu.do, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9071-3045>

³ Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña, ISFODOSU. República Dominicana, 201930207@issu.edu.do, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7577-5677>

1. Introducción

La educación científica siempre se ha relacionado con la experimentación como herramienta que ayuda a la comprensión teórica de los estudiantes (Quiroz & Zambrano, 2021). No obstante, algunos estudios cuestionan la eficacia de estos experimentos porque carecen de valor si no se acompañan de una reflexión y un aprendizaje basado en procesos (Escobar, 2015). Además, este autor sostiene que fomentar la curiosidad por los temas científicos es esencial para atraer a los estudiantes que han perdido el interés por la materia e inspirar a los que siguen interesados en la ciencia, a pesar de las dificultades que puedan encontrar.

En el aula, la falta de interés por aprender Química es evidente en los estudiantes de bachillerato, lo que se puede observar en su bajo rendimiento académico, la falta de motivación en los procesos educativos, bajo uso de habilidades de pensamiento crítico, falta de esfuerzo y de valoración de la utilidad de lo aprendido y falta de persistencia en la construcción del conocimiento (Furió, 2006; Reyes, 2020). Por consiguiente, se hace necesaria la incorporación de estrategias, métodos y recursos eficientes e innovadores que propicien la adquisición de un aprendizaje significativo y el desarrollo de las competencias desde un enfoque motivacional.

Se plantea como objetivo potenciar la creatividad, posesión e influencia social a través de las prácticas de laboratorio de Química de 5.º de Secundaria, elaborando una guía de identificación de grupos funcionales mediante la creación de modelos físicos y el diseño de perfiles grupales en una red social como estrategia de divulgación científica. Es importante señalar que las redes sociales son una herramienta importante para el aprendizaje colaborativo y el intercambio de información en el contexto educativo; estas ofrecen ventajas como la gratuidad, accesibilidad, posibilidad de trabajar de forma colaborativa y aprovechar la inteligencia colectiva (Islas & Carranza, 2011).

2. Metodología

El presente trabajo se hizo bajo el enfoque de investigación-acción (Sequera, 2014; Saltos et al., 2018) basado en el método inductivo, con 33 estudiantes de 5.º de Secundaria del Politécnico Prof. Ana Gloria de la Cruz Estrella, en Santiago de los Caballeros, República Dominicana. Se diseñaron tres prácticas de laboratorio de Química Orgánica, las cuales fueron realizadas por los estudiantes divididos en cinco grupos de trabajo. La primera práctica abordó la diversidad y las propiedades de los compuestos orgánicos, y en ella se debían identificar los grupos funcionales presentes en los compuestos orgánicos mediante modelos físicos, reconocer las propiedades y características de cada compuesto orgánico, conformado por los grupos funcionales, y destacar la aplicación de estos compuestos en la vida cotidiana. La segunda práctica consistió en elaborar jabón líquido con el objetivo de reconocer la aplicación de los compuestos orgánicos en materiales de uso cotidiano. En la tercera práctica se estudiaron los mecanismos de reacción de los grupos funcionales, se crearon los modelos físicos correspondientes a las reacciones mediante el uso de artículos comestibles. Los resultados se difundieron en la red social Instagram como estrategia de divulgación científica. Como medio de evaluación se utilizaron informes de laboratorio y se aplicó una encuesta vía

un cuestionario basado en la escala de Likert que medía la creatividad, la influencia social y la posesión como indicadores de la motivación.

3. Resultados

La motivación se entiende como ese impulso que mueve a las personas a realizar una acción; por lo tanto, esta posee un rol indispensable en la ejecución de procesos, lo que mejora el rendimiento y favorece el aprendizaje de las ciencias (Tuan & Shieh, 2012). En este trabajo la motivación se ve reflejada en los siguientes aspectos:

Creatividad: se evidenció con la elaboración de modelos físicos realizados con material comestible (golosinas) y el diseño de perfiles grupales en Instagram.

Poseción: el hecho de ser propietarios de la cuenta de Instagram y publicar los resultados siguiendo la rigurosidad científica.

Influencia social: cuando se trabajaba en las páginas de Instagram, los estudiantes realizaron trabajo colaborativo; de igual forma, competían para observar quién tenía más seguidores y comentarios en sus publicaciones.

Cuentas de Instagram:

- Grupo: *Team Cromo*: Alcanos y Alquenos:
https://instagram.com/team_cromo?igshid=NTc4MTIwNjQ2YQ==
- Grupo: *Bioelementos*: Alquinos, Aldehídos y Halógenos:
https://instagram.com/the_bioelementos?igshid=NTc4MTIwNjQ2YQ==
- Grupo: *Bloque P*: Alcoholes, Cetonas, Hidrocarburos aromáticos:
https://instagram.com/bloque_p?igshid=NTc4MTIwNjQ2YQ==
- Grupo: *Gases Nobles*: Ácido Carboxílico, Éteres, Ésteres:
<https://instagram.com/quimicagasesnobles?igshid=NTc4MTIwNjQ2YQ==>
- Grupo: *Metaloides*: Amidas y Aminas:
<https://instagram.com/los.metaloides?igshid=NTc4MTIwNjQ2YQ==>

En la Figura 1 se puede observar cómo, en la mayoría de los estudiantes, se fomentó la creatividad y la motivación mediante el uso de las redes sociales como estrategia de divulgación científica, luego de ejecutar las tres prácticas de laboratorio. De igual manera, al evaluar los informes de las prácticas de laboratorio, los estudiantes presentaron una calificación promedio de 9.5 puntos de 10 (Figura 2).

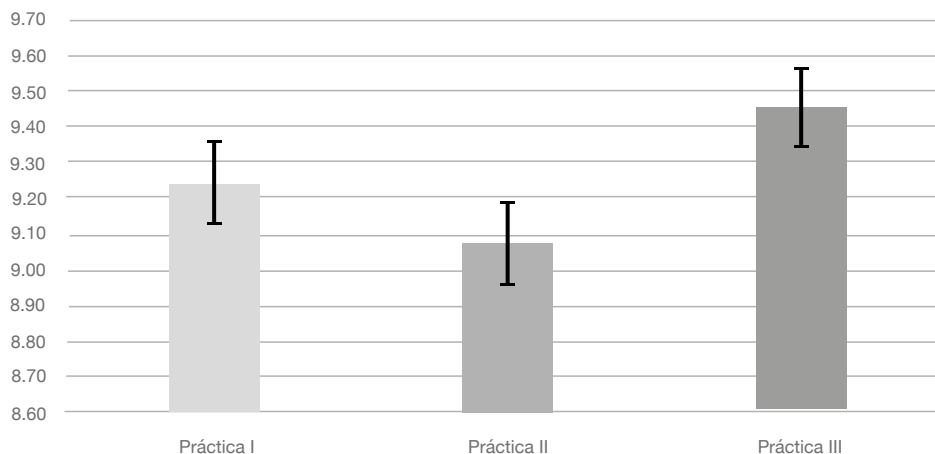
En la Figura 1 se observan las respuestas a las proposiciones en las que se evalúa el fomento de la creatividad y la motivación mediante el uso de las redes sociales como estrategia de divulgación científica, luego de ejecutar las 3 prácticas de laboratorio. Se utilizó la escala de Likert con base en CD: completamente en desacuerdo; ED: en desacuerdo; ID: indeciso; DA: de acuerdo; CA: completamente de acuerdo. Se aplicó a los 33 estudiantes de 5.º A de Ciencias y Humanidades

Figura 1
Resultados post objetivo II



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2
Promedio de calificaciones en los informes de laboratorio de Química, 5.º de Secundaria



Fuente: Elaboración propia.

4. Discusión y conclusiones

Al momento de desarrollar las cuentas de Instagram y divulgar los resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio los estudiantes se sintieron más involucrados en las clases al trabajar los aspectos motivacionales de creatividad, posesión e influencia social cuando, lo que despertó elevados niveles de interés por la ciencia a través de la inserción de estas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las redes sociales han demostrado ser una herramienta educativa invaluable en el mundo moderno. Su creciente popularidad y el acceso generalizado ha creado un escenario ideal para la difusión de conocimiento y el intercambio de ideas. Al incorporar las redes sociales en el ámbito educativo, se ha abierto un amplio panorama de oportunidades para enriquecer las experiencias de aprendizaje, como lo señalan Martínez et al. (2013) y Torres y Alcántar (2011).

La elaboración de modelos físicos de grupos funcionales, la creación de una red social y la divulgación de los resultados de las prácticas incrementaron los niveles de motivación en los estudiantes. Como lo establece Nakamatsu (2012) y Zapata (2016), motivar a los estudiantes mediante la innovación de las estrategias es la clave para despertar su interés por el aprendizaje. Además, los estudiantes fueron conscientes de la autoría de sus trabajos y poseedores de estos como dueños de sus aprendizajes.

En conclusión, el uso adecuado de las redes sociales como recurso educativo ofrece una gran oportunidad para fortalecer el proceso de aprendizaje. La integración de estas plataformas en entornos educativos proporciona un modelo dinámico y enriquecedor que potencia el acceso a la información, la colaboración y la participación activa de los estudiantes, lo que favorece su motivación e interés por la ciencia.

5. Agradecimientos y reconocimientos

Al Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña (ISFODOSU), Recinto Luis Napoleón Núñez Molina, por la oportunidad y el privilegio de formar parte de su comunidad académica, y permitirnos acceder a una educación de calidad y a una formación de docentes de excelencia. Al Politécnico Prof. Ana Gloria de la Cruz Estrella, por permitirnos realizar esta investigación en su contexto. De igual forma, a todas las personas que contribuyeron de diversas formas y permitieron que este proyecto fuese posible.

6. Referencias bibliográficas

- Escobar, E. (2015). *La motivación hacia la química mediante la experimentación y el aprendizaje por descubrimiento* [Trabajo fin de máster, Universidad Autónoma de Madrid]. Repositorio institucional.
- Furió, C. J. (2006). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida. *Educación química*, 17(4), 222-227.
<http://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66011>
- Islas Torres, C., & Carranza Alcántar, M. D. (2011). Uso de las redes sociales como estrategias de aprendizaje. *¿Transformación educativa? Apertura*, 3(2).

- Martínez, R., Corzana, F., & Millán, J. (2013). Experimentando con las redes sociales en la enseñanza universitaria en ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 10(3), 394-405. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92028240006.pdf>
- Nakamatsu, J. (2012). Reflexiones sobre la enseñanza de la Química. *Revista En Blanco y Negro*, 3(2), 38-46. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/enblancoynegro/article/view/3862>
- Quiroz, S., & Zambrano, L. (2021). La Experimentación en las Ciencias Naturales para el Desarrollo de Aprendizajes Significativos. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada Yachasun*, 5(9), 2-15. <https://doi.org/10.46296/YC.V5I9EDESPOCT.0107>
- Reyes, E. (2020). Prácticas de laboratorio: la antesala a la realidad. *Revista Multi-Ensayos*, 6(11), 61-66. <https://doi.org/10.5377/MULTIENSAYOS.V6I11.9290>
- Salto, L., Loo, L., & Palma, M. (2018). La Investigación-acción como estrategia pedagógica de relación entre lo académico y lo social. *Revista Ciencias de la Educación*, 3(12), 149-159. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7183551.pdf>
- Sequera, M. (2014). Investigación acción: un método de investigación educativa para la sociedad actual. *Revista Arjé*, 10(18), 223-229. <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/arje/arj18/art23.pdf>
- Tuan, H., & Shieh, S. (2012). El desarrollo de un cuestionario para medir la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias. *Revista Internacional de Educación en Ciencias y Matemáticas*, 27(6), 639-654. DOI: <https://doi.org/10.1080/0950069042000323737>
- Zapata, M. (2016). *La motivación de los estudiantes en el aprendizaje de la química*. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://r.issu.edu.do/st>

Desarrollo del pensamiento crítico a través del ensayo argumentativo en futuros educadores de biología y matemáticas

Developing Critical Thinking in Future Biology and Mathematics Educators through Argumentative Essay Writing

Mairin Lemus¹

María Rodríguez²

Marta Muñoz³

Luis Vásquez⁴

Resumen

La escritura en ciencias naturales y matemáticas es relevante para la formación de los futuros docentes, quienes aprenden diversos estilos de escritura según las áreas de conocimiento. Para investigar la capacidad de análisis crítico y discursivo en Biología General y Matemáticas, se utilizó el ensayo argumentativo (EA). Se trabajó con cuatro grupos con un total de 65 estudiantes. A cada grupo se le aplicó una prueba diagnóstica sobre el EA. Luego de la evaluación, se les impartió una clase-taller sobre el tema, con énfasis en las debilidades detectadas. Posteriormente, se les asignó una actividad con su rúbrica de evaluación respectiva. Los resultados mostraron que los estudiantes son capaces de realizar un EA. Sin embargo, los de Matemática obtuvieron un mejor desempeño, evidenciado por un mayor logro en las competencias de escritura.

Palabras clave: estrategia didáctica, ensayo argumentativo, ciencias, escritura científica.

Abstract

This study investigated the effectiveness of argumentative essay (AE) writing in developing critical and discursive analysis skills among future natural science and mathematics teachers. Four groups, totaling 65 students, participated. A diagnostic test assessed their initial writing skills, followed by a workshop focusing on identified weaknesses in AE writing. Students then completed an assigned activity evaluated using a specific rubric. Results showed that students improved their ability to construct arguments. Notably, while both groups demonstrated progress, mathematics students exhibited a statistically significant improvement in writing skills based on the rubric criteria.

Keywords: teaching strategy, argumentative essay, science, science writing.

¹ Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña, ISFODOSU. Recinto Emilio Prud'Homme (EPH). República Dominicana, mairin.lemus@isfodosu.edu.do, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1657-0505>

² Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña, ISFODOSU. Recinto Emilio Prud'Homme (EPH). República Dominicana, maria.rodriguez@isfodosu.edu.do, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1698-0827>

³ Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña, ISFODOSU. Recinto Emilio Prud'Homme (EPH). República Dominicana, marta.munoz@isfodosu.edu.do, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0292-9556>

⁴ Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña, ISFODOSU. Recinto Emilio Prud'Homme (EPH). República Dominicana, luis.vasquez@isfodosu.edu.do, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0072-5231>

1. Introducción

La escritura en las ciencias como química, física y biología debe presentarse en un estilo fáctico, dejando de lado el lenguaje figurativo o emocional, por lo que requiere que la redacción se haga de forma objetiva y sustentada en el razonamiento lógico. Las ciencias fácticas se apoyan de las ciencias formales, en especial de la matemática, que permite explicar variaciones de parámetros y variables en los estudios naturales, determinando la integración de las ciencias biológica con las matemáticas (Rincon et al., 2021).

El lenguaje utilizado para la escritura en las áreas del conocimiento posee sus propias reglas y se caracteriza por la rigurosidad con que define sus términos técnicos, a la vez que sirve como sistema de recursos para la creación de nuevos significados. La especialización de cada campo de estudios ha llevado a que los esquemas de pensamiento, que adquieren forma a través de lo escrito, sean distintos de un dominio a otro (Carlino, 2003). El lenguaje científico es, por tanto, un instrumento para pensar, crear y transmitir conceptos, métodos y metas que trascienden el lenguaje cotidiano. El uso de la argumentación para explicar resultados, análisis o eventos es fundamental (Stab et al., 2014) e implica la documentación o revisión bibliográfica (Guirao, 2015), el análisis crítico y la escritura. La escritura en el área de las ciencias requiere pautas bajo un marco único y de un proceso de escritura científica, con el fin último de comunicar eficazmente el resultado de la investigación mediante la redacción científica y su estructura, y termina cuando el lector entiende lo expresado en él: qué se estudió, cómo se estudió, que se encontró y qué significa lo encontrado (Padrón et al., 2014). En este sentido, Córdova et al. (2016) señalan el rol de la argumentación en el pensamiento crítico y en la escritura epistémica en Biología.

Es poco frecuente la enseñanza explícita de los géneros discursivos esperados, e insuficiente la orientación dada a los alumnos cuando escriben, en virtud de que se consideran naturales los modos discursivos propios de cada disciplina. En este sentido, Rudolph et al. (2016) sugieren que escribir ciencias se inicie desde la escuela primaria y de esta manera evitar el fracaso y desgranamiento de los estudiantes cuando llegan al nivel universitario y más aún aquellos que provienen de familias alejadas de las culturas académicas (Carlino, 2007). Aunado a esto se ha encontrado que muchos docentes no están formados para practicar escritura disciplinar en el aula y los currículos no lo consideran. La docencia suele transmitirse y reproducirse; o sea, se enfoca más en el acto de la enseñanza que en la preocupación porque el estudiante comprenda y se apropie (Giraldo, 2015). Sin embargo, muchas áreas de estudio implican un conocimiento previo de términos y mecanismos que deben ser comprendidos antes de abordar la escritura; de ahí que la argumentación parte del conocimiento de términos y conceptos propios de las ciencias y es por ello que, en las primeras etapas de formación, la alfabetización es fundamental (Guzmán & García 2015).

El objetivo de la presente investigación es utilizar el ensayo argumentativo como estrategia de aprendizaje para la escritura en ciencias biológicas y matemáticas.

2. Metodología

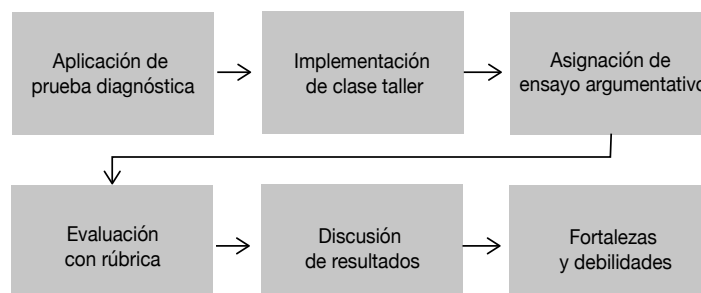
Para llevar a cabo la investigación sobre enseñanza-aprendizaje de la escritura científica en los estudiantes de Biología y Matemáticas se utilizó el ensayo argumentativo en dos áreas de las ciencias. La muestra de estudio estuvo comprendida por 65 estudiantes de tres cursos de Biología y un curso de Matemáticas. La fase inicial se llevó a cabo aplicando una encuesta sobre EA. Con los resultados de este instrumento se procedió a preparar una clase-taller sobre el ensayo argumentativo, considerando los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica.

Se realizó una presentación de: ¿Cómo hacer un ensayo argumentativo? por parte de un docente con experticia en el tema en cada curso participante. Cada presentación duró unos 30 minutos y el mismo tiempo para las preguntas de los estudiantes y las aclaraciones, tiempo que se extendió en algunos cursos. Todas las debilidades mostradas en la encuesta fueron cubiertas y se respondieron las inquietudes de los estudiantes. Luego se les asignó una actividad sobre ensayo argumentativo, que corresponde a una evaluación del curso, considerando los aspectos vistos en la exposición y siguiendo la rúbrica elaborada por los profesores de Matemáticas, Biología y Educación. La evaluación de los ensayos se llevó a cabo de manera conjunta con el docente de la asignatura y el docente con experticia en educación, siempre apegados a la rúbrica.

Después de haber culminado todas las actividades planteadas se procedió de la siguiente manera:

1. Los resultados fueron tabulados, lo que mostró la media aritmética y la desviación estándar de cada grupo evaluado.
2. Los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica son discutidos.
3. De acuerdo con las evaluaciones del EA, se llevó a cabo un análisis para determinar las fortalezas y las debilidades de los estudiantes en la elaboración de un ensayo argumentativo.
4. Se discuten los alcances de los ensayos argumentativos en los cursos de Biología General y Matemáticas, como estrategia para el aprendizaje.

Figura 1
Instrumentos y técnicas para ejecutar la estrategia didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de un curso de Biología y Matemáticas



Fuente: Elaboración propia.

3. Resultados

En la prueba diagnóstica aplicada a los 65 estudiantes de educación se demostró que los correspondientes a los cursos de Biología General no mostraron claridad en relación con lo que significa un ensayo argumentativo. Sin embargo, los estudiantes del curso de Matemáticas que corresponden a un curso más avanzado en la carrera mostraron un mejor desempeño en la prueba diagnóstica, como se refleja en la Tabla 1, donde se evidencia un mejor resultado en las ocho preguntas realizadas.

En la Tabla 1 el grupo **Mat** pudo determinar el concepto de ensayo argumentativo en su totalidad (100 % de los estudiantes respondieron correctamente), mientras que en la pregunta 8, sobre otros tipos de ensayo utilizado en las ciencias, dudaron en su respuesta. Cuando se observan los valores porcentuales de los estudiantes de los grupos de Biología que respondieron correctamente se observa que están por debajo del grupo **Mat**.

Tabla 1
Porcentaje de estudiantes de Biología General y Matemáticas respondieron correctamente las preguntas de la prueba diagnóstica sobre ensayo argumentativo

Pregunta	% BG-1 n=19	% BG-2 n= 10	% BG-3 n=26	% Mat n=20
1	83	78	76	100
2	78	67	57	86
3	61	67	76	90
4	78	89	68	100
5	78	78	88	81
6	83	100	96	86
7	78	67	84	84
8	72	67	72	76

BG: grupo de Biología 1,2 y 3. **Mat:** grupo de Matemática

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados en la evaluación de los ensayos argumentativos llevados a cabo por los estudiantes demostraron un buen desempeño en su elaboración (Tabla 2); se evidenció que consideraron los aspectos que les fueron presentados en el curso-taller y se ajustaron a la rúbrica que se desprendió del proceso de formación durante la exposición.

Por otro lado, fue evidente que los estudiantes de Matemática mostraron un mayor desempeño en la elaboración del ensayo, al obtener calificaciones superiores a los de Biología General, con una puntuación promedio de 9.10 ± 0.92 , mientras que en los estudiantes de Biología presentaron valores promedios comprendidos entre 6.73 ± 1.88 y 8.69 ± 0.53 .

Tabla 2
Valores promedios de las evaluaciones de bioensayos argumentativos realizados por los cursos de Biología y Matemáticas

Curso	Promedio	%
Biología General G1	6.96 ± 0.69	70
Biología General G2	8.69 ± 0.53	87
Biología General G3	6.73 ± 1.88	67
Matemáticas	9.10 ± 0.92	91

Fuente: Elaboración propia.

4. Discusión y conclusiones

El estudio demuestra que los estudiantes llevaron a cabo la elaboración de un ensayo argumentativo según los aspectos impartidos en el curso-taller y las instrucciones de la rúbrica; sin embargo, se evidenciaron algunas debilidades de los trabajos realizados por los estudiantes, principalmente los de Biología, señaladas a continuación: a) uso de lenguaje no objetivo; en muchos casos la escritura se realiza de forma personal y con argumentos poco objetivos; b) la introducción del ensayo no siempre introduce al lector al tema tratado; c) el ensayo no plasma un objetivo claro y preciso; d) la organización y la lógica en el desarrollo del ensayo no son coherentes; en muchos casos, los párrafos no mantienen una secuencia lógica.

Los estudiantes de Matemática realizaron el ensayo con mayores fortalezas, lo que pudiera estar asociado a que ellos se encuentran en un nivel más avanzado de la carrera y han tenido la oportunidad de realizar otras actividades que han reforzado su escritura.

Los estudiantes de Biología General presentaron una buena aproximación a la escritura de un ensayo argumentativo, considerando que son estudiantes del primer cuatrimestre. Estos resultados pueden servir de fundamento para continuar inculcando el sentido de escritura científica en los futuros docentes. El ensayo argumentativo es una buena técnica para lograr un aprendizaje a través de la lectura y la escritura; es conveniente que esto sea implementado desde que el estudiante ingresa en los primeros cursos de nivel universitario.

5. Agradecimientos y reconocimientos

A las autoridades del ISFODOSU y a los estudiantes que formaron parte de la investigación.

6. Referencias bibliográficas

- Carlino, P. (2003). Alfabetización académica: un cambio necesario, algunas alternativas posibles. *Educere*, 6(20), 409-420. <https://www.redalyc.org/pdf/356/35662008.pdf>
- Carlino, P. (2007). ¿Qué nos dicen las investigaciones internacionales sobre escritura en la universidad? *Cuadernos de Psicopedagogía*, 4, 21-40. <https://www.aacademica.org/paula.carlino/147>
- Córdova Jiménez, A., Velásquez Rivera, M., & Arenas Witker, L. (2016). 2016 e Historia: aproximación a partir de las representaciones sociales de los docentes. *Alpha (Osorno)*, (43), 39-55. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-22012016000200004>
- Giraldo, C. G. (2015). La escritura en el aula como instrumento de aprendizaje. Estudio en universidades. *Ánfora: Revista Científica de la Universidad Autónoma de Manizales*, 22(38), 39-58. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5151538>
- Guirao Goris, S. J. A. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura. *Ene*, 9(2), 0-0. <https://dx.doi.org/10.4321/S1988-348X2015000200002>
- Guzmán Simón, F., & García Jiménez, E. (2015). La evaluación de la alfabetización académica. *RELIEVE. Revista electrónica de investigación y evaluación educativa*, 21(1). <http://hdl.handle.net/10550/45906>
- Padrón Novales, C. I., Quesada Padrón, N., Pérez Murguía, A., González Rivero, P. L., & Martínez Hondares, L. E. (2014). Aspectos importantes de la redacción científica. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 18(2), 362-380. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpr/v18n2/rpr2014.pdf>
- Rincón, Y. N. R., Andrade, A. A., & Narváez, P. A. P. (2021). Integración ciencias naturales y matemáticas: una propuesta para hablar y escribir en ciencias en las primeras edades. In *Memorias de las Jornadas Nacionales y Congreso Internacional en Enseñanza de la Biología* (Vol. 3, N.º Extraordinario, pp. 369-371). <http://www.congresos.adbia.org.ar/index.php/congresos/article/view/552/536>
- Rudolph, C., Maturano, C. I., Soliveres, M. A., & Perinez, C. (2016). Escribir ciencia: un desafío que comienza en la escuela primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 544-557. <https://rodin.uca.es/handle/10498/18496>
- Stab, C., Kirschner, C., Eckle-Kohler, J., & Gurevych, I. (2014). Argumentation Mining in Persuasive Essays and Scientific Articles from the Discourse Structure Perspective. In *ArgNLP* (pp. 21-25). https://download.mmag.hrz.tu-darmstadt.de/pub/FB20/Dekanat/Publikationen/UKP/FrontiersArg2014_PrePrint.pdf

Incubando ciencia: electromagnetismo y termodinámica bajo las plumas

Incubating Science: Electromagnetism and Thermodynamics under the Feathers

María José Ruiz-González¹

Luisa Fernanda Pete-Moreno²

Norbey Gaviria-Berrío³

Resumen

En el contexto del Aprendizaje Basado en Retos (ABR), se presenta el diseño y la construcción de un prototipo de incubadora para huevos controlado por un sensor de humedad y temperatura, conectado a una placa Arduino. El objetivo es proponer una estrategia que a futuro pueda implementarse para la enseñanza de la física a estudiantes de Educación Básica y Media, y que aborde esencialmente conceptos como calor, temperatura, corriente y voltaje. Como principal resultado, puede afirmarse que la experiencia de construcción de la incubadora acerca a los maestros de Física, en formación, a la comprensión de conceptos abstractos y se constituye en una herramienta con gran potencial para favorecer diálogos interdisciplinarios con otros campos de conocimiento, tales como biología y zootecnia, así como tecnología, y permitir la resolución de problemáticas del mundo real, un elemento clave para el aprendizaje significativo y el desarrollo de habilidades del siglo XXI.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Retos (ABR), Arduino, enseñanza de las ciencias, estrategias de enseñanza, incubación, temperatura, campo eléctrico.

Abstract

In the context of Challenge-Based Learning (CBL), this paper presents the design and construction of a prototype egg incubator controlled by a humidity and temperature sensor connected to an Arduino board. The aim is to propose a strategy that can be implemented in the future for teaching physics to elementary and middle school students, and that essentially addresses concepts such as heat, temperature, current, and voltage. As a main result, it can be stated that the experience of building the incubator brings future physics teachers closer to the understanding of abstract concepts and constitutes a tool with great potential to foster interdisciplinary dialogues with other fields of knowledge, such as biology and zootechnics, as well as technology, and allow the resolution of real-world problems, a key element for meaningful learning and the development of 21st-century skills.

Keywords: challenge based learning, arduino, science teaching, teaching strategies, incubation, temperature, electric field.

¹ Universidad de Antioquia. Colombia, maria.ruiz11@udea.edu.co, ORCID: 0009-0009-7224-2555

² Universidad de Antioquia. Colombia, luisa.pete@udea.edu.co, ORCID: 0009-0004-0000-0905

³ Universidad de Antioquia. Colombia, norbey.gaviria@udea.edu.co, ORCID: 0009-0006-4001-6383

1. Introducción

La educación es viva y cambiante; por esto, dentro de sus ideales siempre está adaptarse a su contexto. En esta nueva era digital, los recursos tecnológicos, más que una herramienta, se han convertido en una necesidad dentro de los procesos de enseñanza. En el proceso de enseñanza de la física a estudiantes de Educación Básica y Media se encuentran dificultades al abordar conceptos como calor, temperatura, corriente eléctrica, voltaje y sus posibles relaciones en un dispositivo eléctrico. Tales dificultades, resaltadas en los trabajos de Martín y Solbes (2001), Ortiz y Marín (2014) y Bravo, Bouciguez y Braunmüller (2019), muestran la complejidad de realizar una descripción cualitativa de fenómenos de naturaleza abstracta, pues la relación con la cotidianidad de los alumnos no es tan directa y evidente como ocurre con los casos de física mecánica. Asimismo, su representación y modelación está limitada por formas de enseñanza basadas en los libros tradicionales de texto que no toman en cuenta posibilidades prácticas de enseñanza en las que se tengan enfoques como STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) o ABR (Aprendizaje Basado en Retos), por mencionar algunos (Martín y Solbes 2001). Por eso es importante que desde la enseñanza de la física se generen estrategias que involucren diferentes formas de representación de los conceptos, así como actividades de exploración y puesta en práctica de los saberes desarrollados en el aula con participación de los estudiantes (Ortiz y Marín, 2014).

Desde esta perspectiva es posible plantear experiencias prácticas donde se pongan en juego el uso de conceptos de física en diálogo con otros campos del conocimiento, de manera que se permita a los estudiantes interactuar con situaciones del mundo real, y favorecer el desarrollo de habilidades como el trabajo en equipo y la creatividad, así como habilidades de orden investigativo que promuevan procesos de indagación y modelización en el aula. Concretamente en el contexto de un curso de formación de profesores de Física, fundamentado en el ABR, se plantea una problemática real referente al hecho de que en muchos hogares del campo colombiano es fundamental para su seguridad alimentaria la avicultura tradicional, así como el buen desarrollo de la etapa posnatal de animales como los roedores y otros mamíferos. En este sentido, una incubadora construida por ellos mismos respondería en gran medida a subsanar posibles dificultades que se den en este proceso. Se pretende abordar el proceso de incubación de pollos como una herramienta didáctica para la enseñanza de conceptos de termodinámica y electromagnetismo, mediante herramientas tecnológicas como el Arduino (Bouquet et al., 2017; Sari, 2019) para la automatización de todo el proceso de desarrollo de los huevos hasta su eclosión.

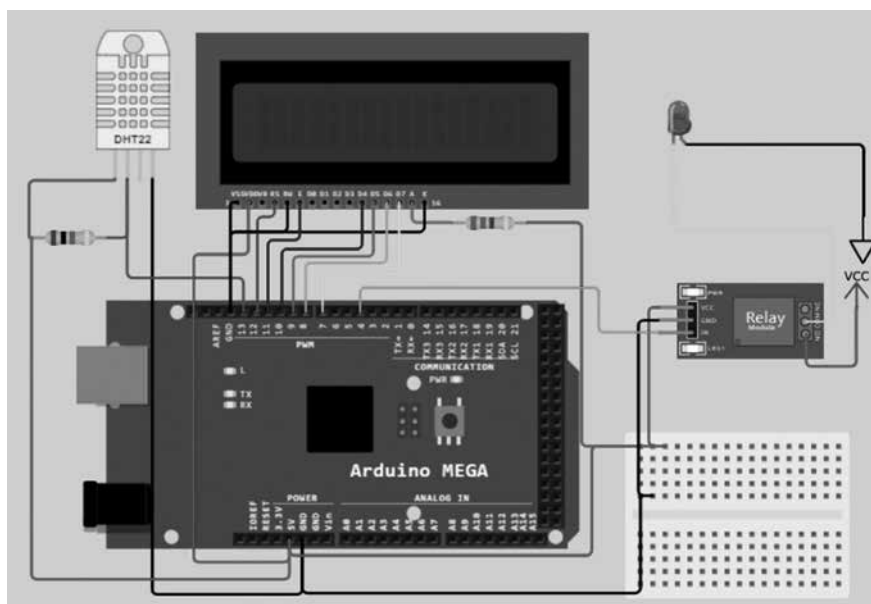
El reto principal es diseñar, construir, monitorear y controlar los elementos básicos de una incubadora artesanal, entre ellos humedad y temperatura. Se formula la pregunta «¿De qué manera se ponen en juego conceptos físicos y tecnológicos en el proceso de construcción de una incubadora artesanal?» con la perspectiva de diseñar estrategias de enseñanza de la física desde la experimentación y su articulación con ambientes de enseñanza mediados por la tecnología.

2. Metodología

Esta experiencia se construye con maestros de Física en formación, en el contexto del ABR (Tecnológico de Monterrey, 2015), con la cual se promueve el dominio de conceptos básicos de programación y del campo conceptual de la termodinámica y el electromagnetismo. El propósito es utilizar el prototipo construido como estrategia didáctica para la enseñanza de la física en el contexto de la educación básica y media.

En el desarrollo se identificaron dos momentos clave: el ensamble y la automatización. Para la estructura del prototipo se utilizó una caja de plástico en la que se instaló un ventilador, una pantalla LCD, un humidificador y un sensor de temperatura y humedad DHT11. En la tapa de la caja se adaptó un bombillo incandescente de 100W y con relés se armó un circuito eléctrico para establecer el control de los dispositivos mediante su conexión a una placa Arduino Mega 2560, como puede verse en la Figura 1. Se procedió a la programación del Arduino para automatizar el comportamiento del bombillo y el ventilador, y se tuvieron en cuenta los parámetros de temperatura y humedad medidos por el sensor. Estos parámetros fueron determinados tras un análisis de la literatura existente, que permitió identificar el ambiente necesario para la incubación exitosa de los huevos. Durante la etapa de programación se realizaron pruebas exhaustivas para asegurar el correcto funcionamiento de cada unidad de la incubadora, tanto de manera individual como en su conjunto.

Figura 1
Conexión sensor, bombillo y pantalla al Arduino

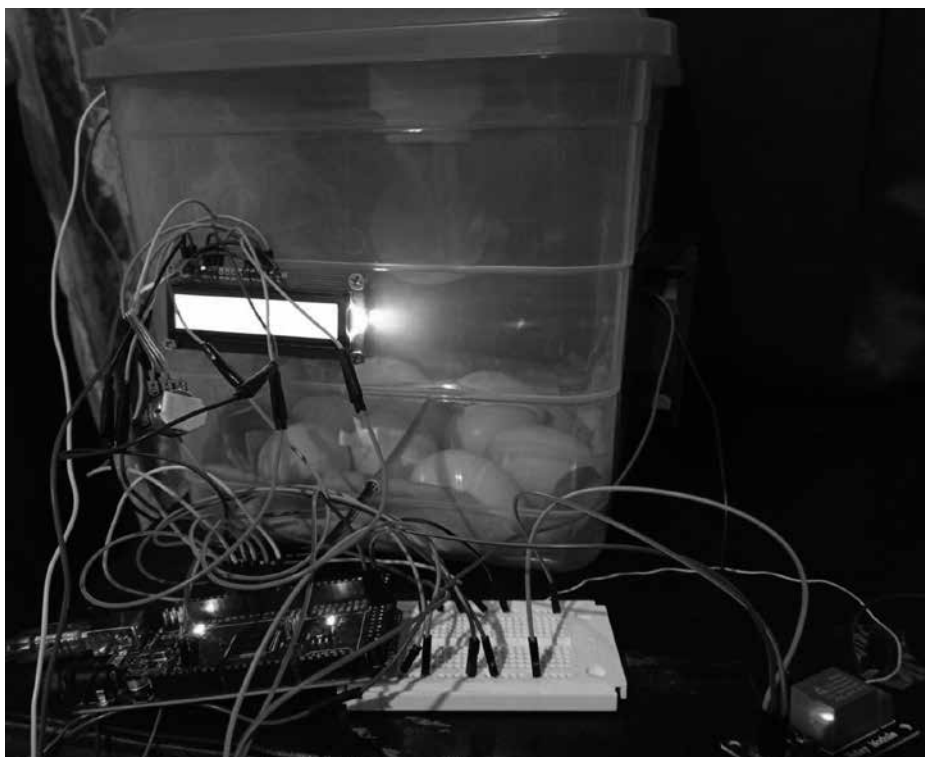


Fuente: Elaboración propia.

3. Resultados

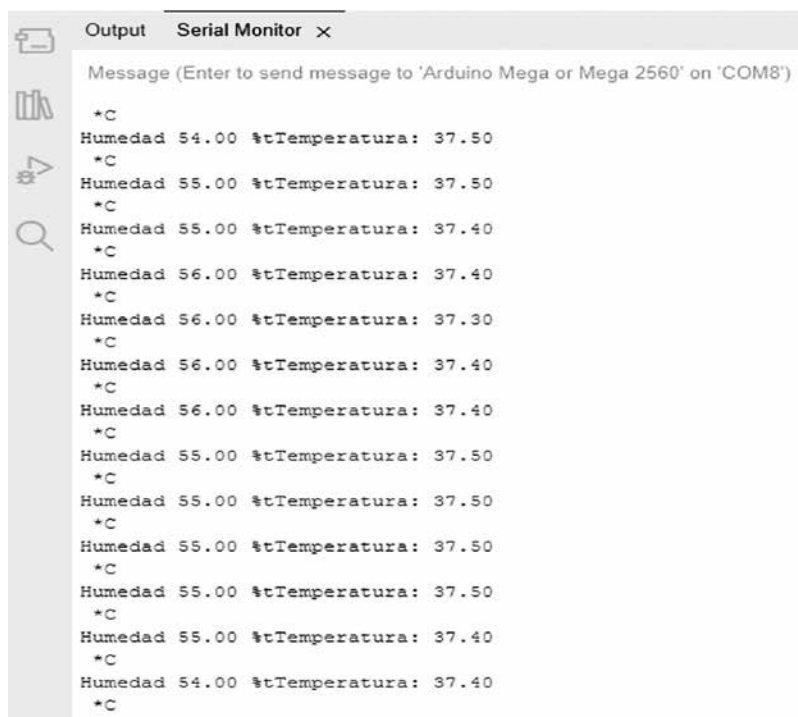
Uno de los principales resultados de este trabajo es el logro de la construcción de un prototipo de incubadora automatizada, como puede verse en la Figura 2. La incubadora cumple con las condiciones técnicas necesarias para su correcto funcionamiento. La temperatura se mantuvo dentro de los rangos ideales al igual que la humedad (los valores referentes para la temperatura son entre 37 °C y 39 °C; y para la humedad entre 50 % y 60 %), como se muestra en la Figura 3. Sin embargo, es importante aclarar que aunque ambas variables estén dentro del rango óptimo, esto no garantiza la eclosión de los huevos, pues se debe tener en cuenta, entre otros factores, el ambiente, las bacterias, posibles daños en los huevos.

Figura 2
Prototipo de incubadora



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3
Datos arrojados de temperatura y humedad por el sistema Arduino



The screenshot shows a Serial Monitor window with the following output:

```

Output Serial Monitor x
Message (Enter to send message to 'Arduino Mega or Mega 2560' on 'COM8')
* C
Humedad 54.00 %tTemperatura: 37.50
* C
Humedad 55.00 %tTemperatura: 37.50
* C
Humedad 55.00 %tTemperatura: 37.40
* C
Humedad 56.00 %tTemperatura: 37.40
* C
Humedad 56.00 %tTemperatura: 37.30
* C
Humedad 56.00 %tTemperatura: 37.40
* C
Humedad 56.00 %tTemperatura: 37.40
* C
Humedad 55.00 %tTemperatura: 37.50
* C
Humedad 55.00 %tTemperatura: 37.50
* C
Humedad 55.00 %tTemperatura: 37.50
* C
Humedad 55.00 %tTemperatura: 37.50
* C
Humedad 55.00 %tTemperatura: 37.40
* C
Humedad 54.00 %tTemperatura: 37.40
* C

```

Fuente: Elaboración propia.

Durante los 21 días del desarrollo embrionario de los huevos, la incubadora muestra que no presenta dificultades mayores. En cortos períodos se tuvo una interrupción en el suministro de electricidad, pero la temperatura y humedad lograron mantenerse. Una vez solucionado el corte eléctrico, el Arduino estaba en la capacidad de controlar el bombillo para que estuviera encendido durante más tiempo y así estabilizar nuevamente la temperatura y humedad.

4. Discusión y conclusiones

Mediante el proceso de diseño y puesta en funcionamiento de la incubadora automatizada por Arduino, ha sido posible una interacción práctica y significativa con los conceptos físicos necesarios para comprender su funcionamiento (calor, temperatura, corriente, voltaje), así como el acercamiento al uso de herramientas tecnológicas para el manejo de conceptos científicos. En este caso, la plataforma Arduino y su lenguaje de programación, que resalta la manera en que diferentes campos de conocimiento convergen para la solución de problemas reales.

El reto implicó, más allá de la exploración de los fenómenos naturales, un estímulo por la curiosidad y motivación investigativa, pues se indagaron enfoques y soluciones para las mejoras y adaptaciones del prototipo, lo cual estimuló en los maestros en formación la creatividad y el trabajo colaborativo; es decir, se fortalecieron habilidades necesarias para el siglo XXI.

La implementación del proyecto puede llegar a ser de fácil aplicación en la educación básica y media, los materiales son accesibles y el código del microcontrolador para que la incubadora funcione autónomamente no requiere de un grado de complejidad alto, lo cual constituye una propuesta con gran potencial para trabajar conceptos de diversas áreas del currículo educativo en un formato basado en ABR.

5. Agradecimientos y reconocimientos

Al curso Seminario de Profundización de la Licenciatura en Física de la Universidad de Antioquia, dirigido por los profesores Sonia López Ríos y Fabián Castaño Úsuga, por brindar las herramientas necesarias, el acompañamiento y la motivación.

6. Referencias bibliográficas

- Bouquet, F., Bobroff, J., Fuchs-Gallezot, M., & Maurines, L. (2019). Project-based physics labs using low-cost open-source hardware. *American Journal of Physics*, 85(3), 216-222.
<https://doi.org/10.1119/1.4972043>
- Bravo, B., Bouciguez, M., & Braunmüller, M. (2019). Una propuesta didáctica diseñada para favorecer el aprendizaje de la Inducción Electromagnética básica y el desarrollo de competencias digitales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1) 1203.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1203
- Martín, J., & Solbes, J. (2001). Diseño y evaluación de una propuesta para la enseñanza del concepto de campo en Física. *Enseñanza de las ciencias*, 19(3), 393-403.
<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21761>.
- Ortiz, F., & Marín, G. (2014). *Enseñanza y aprendizaje del concepto de corriente eléctrica basada en analogías y metáforas* [Trabajo de grado, Universidad Surcolombiana].
<https://repositoriousco.co/bitstream/123456789/144/1/TH%20CNEA%200051.pdf>
- Sari, U. (2019). Using the Arduino for the experimental determination of a friction coefficient by movement on an inclined plane. *Physics Education*, 54(3), 1-7.
<https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab0919>
- Tecnológico de Monterrey. (2015). Aprendizaje Basado en Retos. *Edu Trends*, Año 2, N°. 6.
<https://observatorio.tec.mx/wp-content/uploads/2023/03/06.EduTrendsAprendizajeBasadoenRetos.pdf>

Impacto de la pesca furtiva de *Callinectes sapidus* (*Brachyura: Portunidae*) en la zona estuarina del río Joba, Gaspar Hernández, provincia Espaillat, en República Dominicana

Assessing the impact of *Callinectes sapidus* Poaching in the Joba River Estuary, Gaspar Hernández, Espaillat Province, Dominican Republic

Steve Polanco-López¹

Daniela del Carmen Santana²

Milvia Medina-Peralta³

Vilma del Valle-Lanza⁴

Resumen

La especie *Callinectes sapidus*, un crustáceo invasor y nativo, se encuentra en estado vulnerable según la Lista Roja de República Dominicana. El presente estudio tuvo como objetivo determinar el impacto de la pesca furtiva de *C. sapidus* en la zona estuarina del río Joba, Gaspar Hernández, Espaillat, en República Dominicana. Se realizó una revisión descriptiva de enfoque cuantitativo mediante el estudio de caso. Se seleccionó un grupo de 293 residentes de las áreas cercanas al río Joba y se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia. Se aplicaron encuestas cerradas mediante Google Forms. Según los resultados, el 82.6 % expresó que las actividades humanas afectan la biodiversidad, el 82.6 % notó una disminución en las especies de animales y plantas y 96.6 % no tenía conocimiento sobre la existencia de

Abstract

The species *Callinectes sapidus*, an invasive and native crustacean, is considered vulnerable according to the Red List of the Dominican Republic. This study aimed to evaluate the impact of poaching of *C. sapidus* in the estuary of the Joba River in Gaspar Hernández, Espaillat, Dominican Republic. A descriptive review with a quantitative approach was conducted using a case study. A total of 293 residents from the areas near the Joba River were surveyed using convenience non-probabilistic sampling and closed surveys via Google Forms. The results indicated that 82.6% of the respondents expressed that human activities affect biodiversity, while 82.6% noticed a decrease in animal and plant species. Additionally, 96.6% were unaware of the existence of laws for the protection of species and habitats, and 71.7%

¹ Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña, ISFODOSU. República Dominicana, stevelopez350@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7577-5677>

² Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña, ISFODOSU. República Dominicana, danielasant2001@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0145-1115>

³ Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña, ISFODOSU. República Dominicana, milviamedina1419@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9071-3045>

⁴ Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña, ISFODOSU. República Dominicana, vilma.lanza@isfodosu.edu.do, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7498-9283>

leyes orientadas a la protección de especies y hábitats, mientras que 71.7 % había observado a personas dedicadas a la pesca furtiva. El 82.9 %, opinó que se deben implementar medidas de mitigación y remediación para abordar el impacto de la pesca furtiva, y el 83.3 % opinó que es primordial preservar la zona. El 67.6 % dijo conocer a las autoridades encargadas de hacer cumplir las leyes. En cuanto a la percepción sobre *C. sapidus*, el 82.9 % consideró que es afectada por la pesca furtiva y el 59.4 % conoce a personas que se dedican a esta práctica ilícita. El 83.3 % consideró importante preservar la zona. Se determinó que la pesca furtiva y la contaminación del hábitat han afectado el estado de conservación del *C. sapidus* en la zona estudiada.

Palabras clave: pesca furtiva, impacto, estudio de caso, conservación.

had observed individuals engaged in clandestine fishing. The majority of respondents (82.9%) believed that mitigation and remediation measures should be implemented to address the impact of clandestine fishing, and 83.3% considered preserving the area essential. Furthermore, 67.6% were familiar with the authorities responsible for enforcing such laws. It was concluded that clandestine fishing and habitat pollution have affected the conservation status of *C. sapidus* in the studied area.

Keywords: poaching, impact, case study, conservation.

1. Introducción

Desde la Segunda Guerra Mundial las actividades antropocentristas han dejado su huella en el planeta, y han afectado gran parte de la biodiversidad y producido cambios ambientales (Yin, 2014). En este sentido, los desechos residuales de origen inorgánico en países deprimidos en el plano de la gestión ambiental descienden periódicamente en las aceras, donde, por acción de las lluvias torrenciales, desembocan en los cauces de los ríos y, en última instancia, en las zonas estuarinas, lugares que albergan una variedad de especies de animales y plantas (Grijalva et al., 2020), entre ellas múltiples especies de crustáceos, las cuales representan parte fundamental de la red trófica (Lipton et al., 2006).

Es interesante resaltar que *Callinectes sapidus* o «cangrejo azul del Atlántico» es un crustáceo decápodo que vive en estuarios, lagunas y otros hábitats costeros. Es una especie eurihalina y euritermal y se puede encontrar desde aguas poco profundas hasta 90 m, aunque prefiere habitar en zonas no mayores a 35 m. Se caracteriza por una alta fecundidad y comportamiento agresivo como mecanismo de defensa. Hines (2003) afirmó que los parámetros ambientales que afectan principalmente la abundancia y distribución del cangrejo azul son las sequías y las precipitaciones, ya que afectan la salinidad del agua; los eventos climáticos extremos también pueden causar la destrucción del hábitat y la limitación de oxígeno por eutrofización.

Por consiguiente, el *C. sapidus* es uno de los ejemplos más representativos de la pesca furtiva en República Dominicana, y una especie de gran importancia comercial para muchas comunidades en todo el mundo (Jager et al., 2014). No obstante, la pesca indiscriminada y otras actividades humanas en su hábitat natural pueden afectar significativamente su población y su supervivencia (Scyphers et al., 2018). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2018), se estima que la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada, representa alrededor del 20 % de la pesca total a escala mundial. Este número puede variar por región y tipo de pesca, ya que las estimaciones de la pesca furtiva son difíciles de precisar debido a la naturaleza clandestina de la actividad.

Según la FAO (2018), América Latina y el Caribe se han destacado por ser una de las áreas más afectadas por la pesca ilegal, donde afirman que, en algunos casos, la pesca ilegal puede representar hasta el 50 % de las capturas totales en la región. La pesca furtiva no solo pone en riesgo la sostenibilidad y conservación de miles de especies, también afecta negativamente a las comunidades locales que dependen de la pesca como medio de vida. En República Dominicana la pesca furtiva es considerada como una de las actividades realizadas con fines de comercialización (Colón, 2018). El municipio de Gaspar Hernández, de la provincia Espaillat, es uno de los lugares con mayor actividad de pesca comercial y furtiva en el país (Joaquín, 2023).

Joaquín (2023) destacó que algunos peces y crustáceos son afectados por la pesca ilegal en este municipio. Por lo tanto, en el marco de la asignatura Conservación de los Recursos Naturales, impartida por el Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña (ISFODOSU), se propuso esta investigación para determinar si existe un impacto directo de la pesca furtiva en el estado de conservación de la especie *Callinectes sapidus*, con sus

respectivas implicaciones y propuestas de mejora. En vista de la problemática que se percibe en la actualidad con la especie objeto de estudio, en el sector pesquero se han planteado una serie de recomendaciones para su viabilidad como recurso pesquero.

2. Metodología

La zona de estudio fue el río Joba que se encuentra en el municipio Gaspar Hernández (19° 35' 00" N – 70° 10' 00" W). Es una región que se ubica en la provincia Espaillat, al norte de República Dominicana, e integra otros cinco municipios: San Víctor, Cayetano Germosén, José Contreras, Moca y Jamao al Norte.

La metodología empleada se enmarca en un paradigma descriptivo desde un enfoque cuali-cuantitativo. Se consideró el estudio de caso como parte de la investigación cualitativa, ya que se recurrió a la observación y la aplicación de cuestionarios. El estudio de casos se define como «un diseño de investigación empírico y exploratorio, que se orienta en un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto de vida real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no están claramente definidos» (Yin, 2014). Debido a su naturaleza se basa en una muestra probabilística, en cuyo caso, la presente investigación se beneficia de las proposiciones teóricas propuestas, con el objetivo de guiar el diseño y la recolección de datos.

Los datos se obtuvieron a través de encuestas y entrevistas directas realizadas a los moradores de la zona, así como a las autoridades correspondientes. En este sentido, fue diseñado un cuestionario que se aplicó a 293 munícipes de Gaspar Hernández, un muestreo probabilístico estratificado, se seleccionaron a los participantes de forma aleatoria y en diferentes contextos para evitar el sesgo en el muestreo: maestros, constructores, agricultores y pescadores. Se optó por este tipo de muestreo con el objetivo de integrar a los sujetos que podrían ofrecer una respuesta más acertada a la realidad por lo que se delimitó un perímetro en los alrededores de la desembocadura del río Joba y de allí se extrajo la muestra.

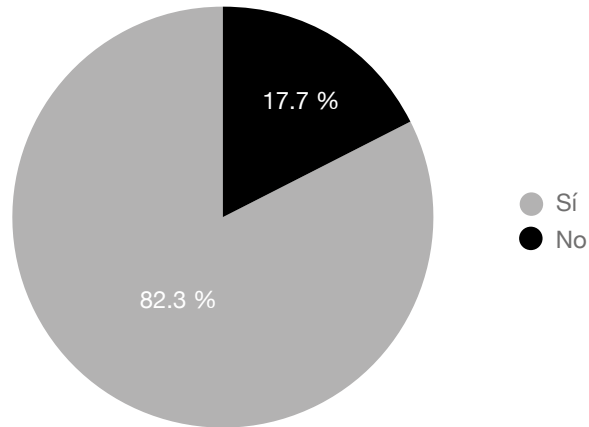
El cuestionario abordó 15 preguntas cerradas, con énfasis en cuatro dimensiones que buscaban evidenciar los aspectos relacionados con los cambios que ha sufrido la zona estuarina por la acción humana en los últimos años, además de indagar sobre el conocimiento que tiene la población de especies que puedan estar siendo afectadas y reconocer la incidencia de la pesca furtiva de la especie *Callinectes sapidus*. Otra dimensión abordó el conocimiento de leyes y medidas que toma el Ministerio con la finalidad de preservar hábitats y especies como los mencionados. También se realizó una entrevista al subdirector de la Dirección Ambiental Municipal de Gaspar Hernández, en la cual se trataron las cuatro dimensiones mencionadas.

3. Resultados

3.1. Dimensión I

Gráfico 1

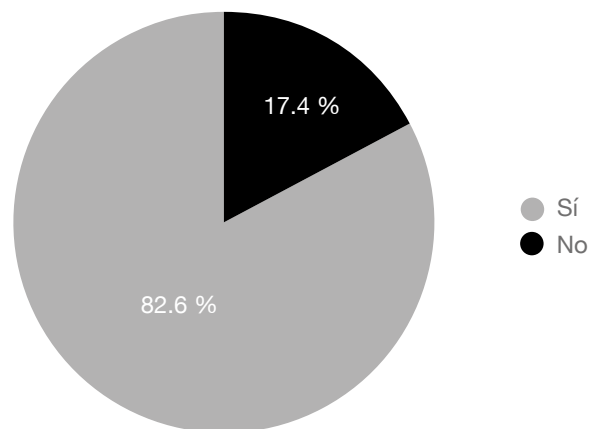
He notado cambios en la biodiversidad de la zona estuarina del río Joba



Fuente: Elaboración propia.

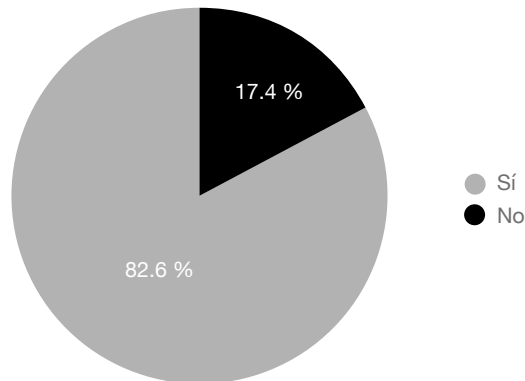
Gráfico 2

He notado la disminución de ciertas especies de animales y plantas en las cercanías del río Joba



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3
Hay alguna actividad humana que esté afectando la biodiversidad de la zona

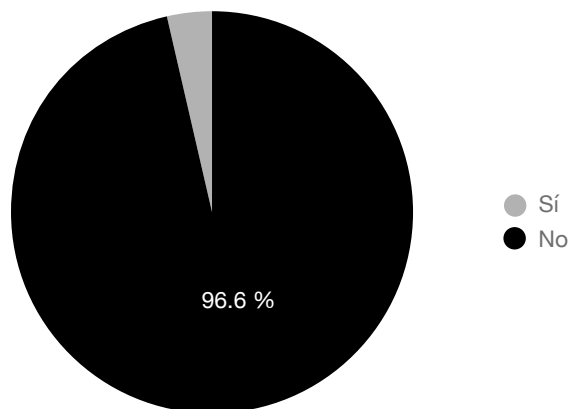


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el análisis de los datos de esta dimensión, se hace evidente para el 82.3 % de los encuestados que la zona ha sufrido cambios. Por otro lado, señalan que algunas actividades humanas pudieran estar afectando la biodiversidad de las especies que habitan en esta zona; un 82.6 % de los encuestados sostiene esa problemática. La contaminación del agua representa una de las agravantes de lo planteado; según García et al. (2017), la contaminación del área fluvial significa un desafío ambiental de gran relevancia, por lo que se plantea la importancia de abordar la contaminación como un problema crítico.

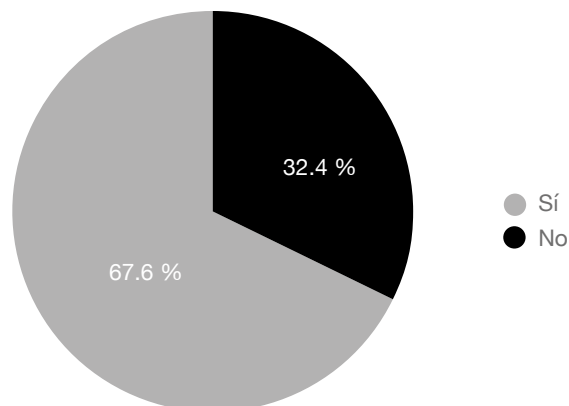
3. 2. Dimensión II

Gráfico 4
Conozco alguna ley que se orienta a la protección de las especies y su hábitat



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5
Conozco las autoridades responsables de hacer cumplir dichas leyes

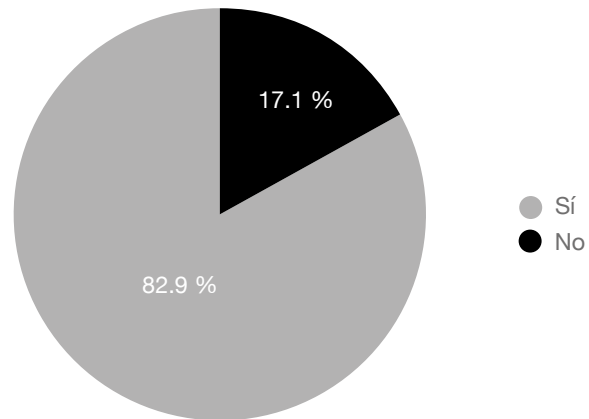


Fuente: Elaboración propia.

El objetivo ronda en torno a la información o desinformación que poseen los encuestados en relación con el entendimiento y el reconocimiento de las leyes ambientales que regulan las actividades pesqueras en la zona. El 96.6 % de los encuestados expresó no tener conocimiento alguno sobre la existencia o aplicación de una ley orientada a la protección de especies y hábitats, lo que supone que las actividades agresivas con el medio ambiente son realizadas por la población por falta de conocimiento de las normativas que han de regirnos como sociedad. Un artículo publicado en el *Journal of Environmental Protection*, por Cárcamo y Jofré, en 2019, abordó el incumplimiento de las leyes ambientales a causa del desconocimiento de la población. Del mismo modo, la investigación exhorta al fomento de una conciencia ambientalista.

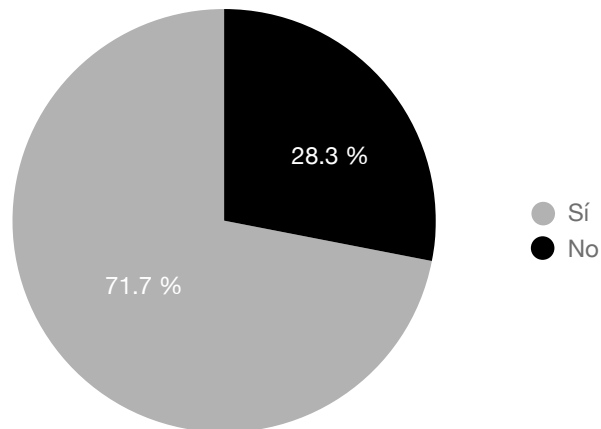
3. 3. Dimensión III

Gráfico 6
Considero que se deben tomar medidas para proteger la biodiversidad de la zona estuarina del río Joba



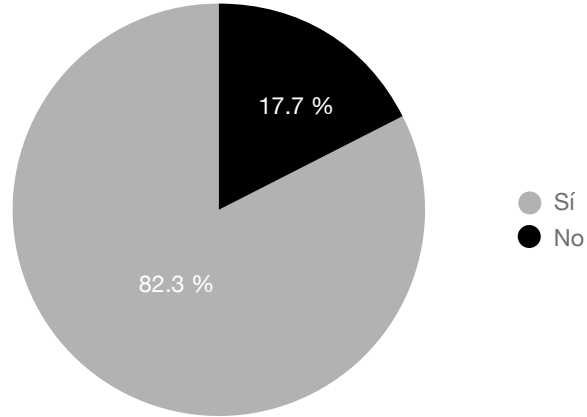
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 7
He visto y sé de alguien que se dedica a la pesca furtiva en la desembocadura del río Joba



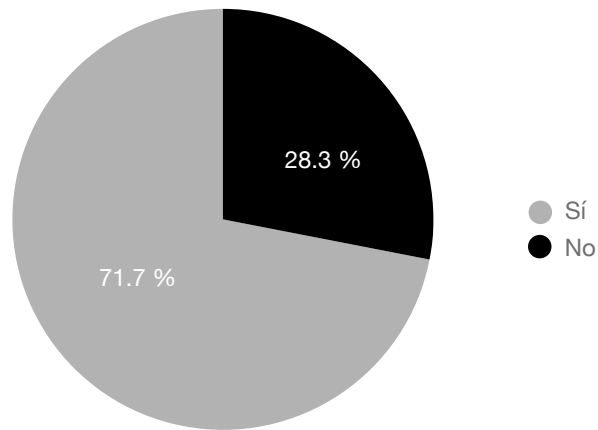
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 8
He visto procesos de pesca furtiva en la zona estuariana del río Joba



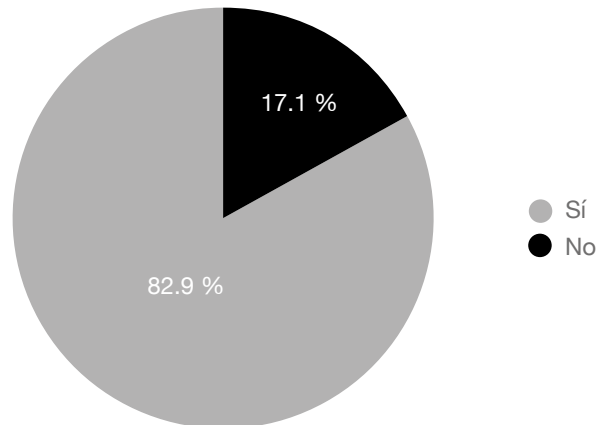
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 9
Conozco algunas especies que están siendo afectadas en dicha zona por la pesca furtiva



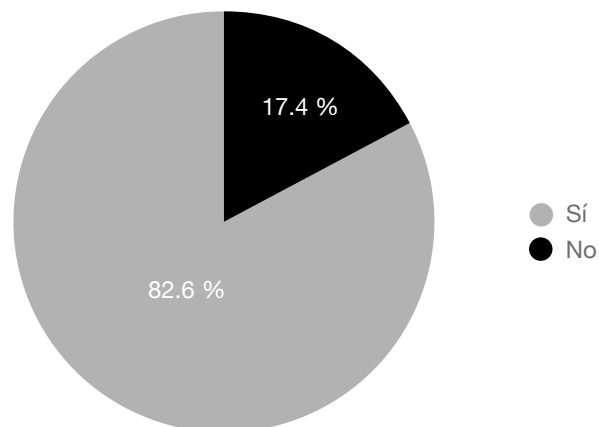
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 10
Considero que la especie (*Callinectes sapidus*) conocida comúnmente como sirica, es una de las especies afectadas por la pesca furtiva



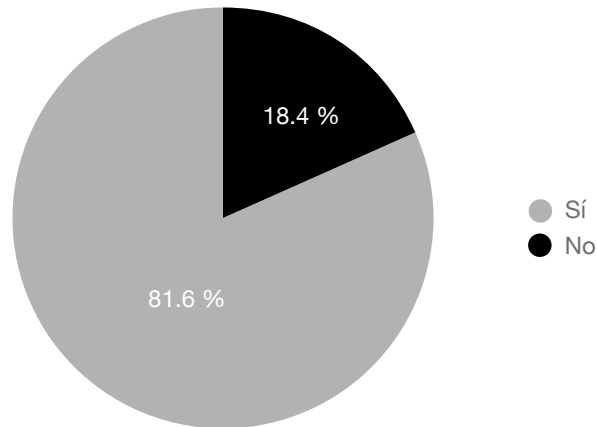
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 11
La cantidad de especies (*Callinectes sapidus*) conocidas comúnmente como siricas, han disminuido progresivamente a causa de la pesca furtiva



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 12
Tengo conocimiento acerca de la comercialización de la especie (*Callinectes sapidus*) conocida comúnmente como sirica en los restaurantes, comedores y/o pescaderías

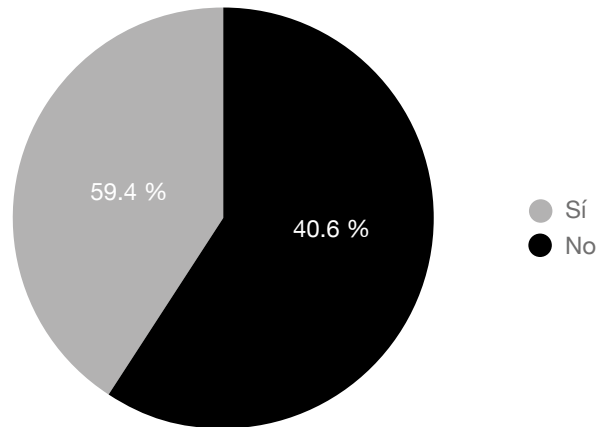


Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los valores obtenidos, es posible afirmar que la pesca furtiva en la zona estuarina estudiada representa una amenaza para especies autóctonas. Los encuestados señalan que la cantidad de individuos de *C. sapidus* ha disminuido considerablemente a causa de la pesca furtiva. Del mismo modo, dicha práctica ha sido evidenciada en la zona estuarina en cuestión, de acuerdo con el 82.3 % de los encuestados. Investigaciones de Hsieh et al. (2015) señalan la importancia de respetar los períodos de apareamiento, pues su incumplimiento trae consigo impactos negativos para esta especie.

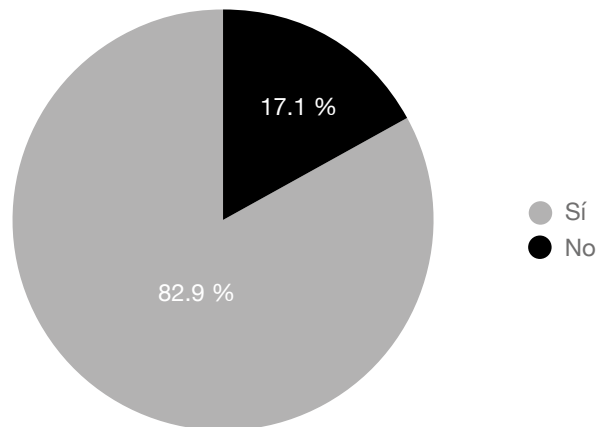
3. 3. Dimensión IV

Gráfico 13
Conozco de alguien que realice pesca furtiva para comercializar la especie (*Callinectes sapidus*) conocida comúnmente como sirica



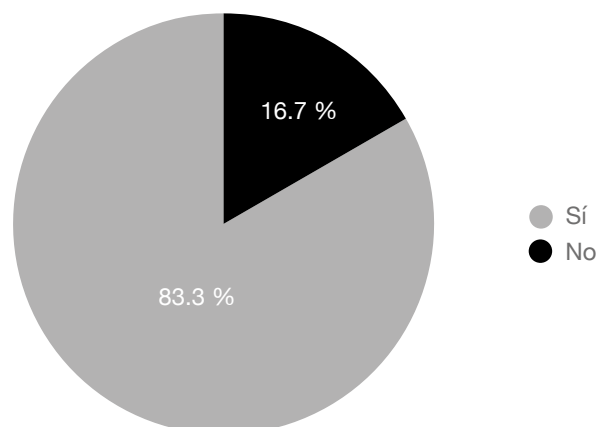
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 14
Considero que se deben tomar medidas de mitigación y remediación del impacto de la pesca furtiva



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 15
Considero que es importante preservar el hábitat estuarino del río Joba por su importancia ecológica



Fuente: Elaboración propia.

Los encuestados mostraron una actitud positiva ante la mejora de la situación del río Joba. El 83.3 % estuvo de acuerdo con la toma de medidas de mitigación, como la reducción de la contaminación y la deforestación. Reconocen también la importancia biológica del río como albergue para una gran variedad de especies, entre ellas peces, aves y reptiles. La disposición de la comunidad a colaborar es crucial para disminuir las amenazas a la biodiversidad de la zona. Es necesario que las autoridades trabajen en conjunto con los habitantes de la región para desarrollar e implementar un plan de acción integral para la protección del río Joba.

4. Discusión y conclusiones

La pesca furtiva está afectando directamente a la especie *Callinectes sapidus* en la zona estuarina del río Joba en la provincia Espaillat, República Dominicana, lo que representa un riesgo para su estado de conservación y la biodiversidad del área. Además, el vertimiento de desechos contaminantes al río y el desconocimiento de las leyes de protección ambiental por parte de los ciudadanos son amenazas identificadas para esta especie. Por otro lado, la pesca furtiva tiene implicaciones socioeconómicas, ya que los recursos obtenidos son utilizados para suplir necesidades alimentarias y económicas de los ciudadanos.

Existe un proyecto de conservación de la especie llamado «El Rescate del río Joba» que está llevando a cabo la dirección ambiental del área. En tal sentido, se proponen planes de mitigación y seguimiento para este proyecto, así como campañas de concientización para la población sobre la importancia de las leyes ambientales y las consecuencias de la pesca furtiva. Es importante preservar no solo la especie *C. sapidus*, sino también la biodiversidad del área, y se debe incentivar la eliminación de la pesca furtiva de la especie *C. sapidus*. Para el control de esta especie deben establecerse vedas espaciales y temporales, en las que solo

debe permitirse la captura de estos cangrejos de acuerdo con la talla, desarrollar un plan de manejo y regular el comercio de esta especie como medida necesaria para minimizar los impactos ecológicos y económicos.

5. Referencias bibliográficas

- Cárcamo, P., & Jofré, P. (2019). Environmental Law Violations and Ignorance: A Study of Environmental Consciousness in Chilean Society. *Journal of Environmental Protection*, 10(10), 1223-1234.
<https://doi.org/10.4236/jep.2019.1010072>
- Colón, R. (2018). La pesca ilegal no declarada y no reglamentada en la República Dominicana. Sistema de Integración Centroamericana. <https://www.sica.int/download/?115946>
- García, F., Vázquez, G., & Adame, M. (2017). Contaminación del agua: causas, efectos y posibles soluciones. *Revista de Investigación Académica*, 56, 1-11.
<https://www.redalyc.org/pdf/330/33050916001.pdf>
- Grijalva, A., Jiménez, M., & Ponce, H. (2020). Contaminación del agua y aire por agentes químicos. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento (Recimundo)*, 4(4), 79-93.
- Hines, A. (2003). Ecology of juvenile and adult blue crabs: summary of discussion of research themes and directions. *Bulletin of Marine Science*. 72, 423-433.
- Hsieh, H., Wang, C., & Cheng, W. (2015). Impacts of illegal fishing on the population ecology of two commercially important shrimps in southwestern Taiwan. *Marine Pollution Bulletin*, 90(1-2), 222-228. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.10.049>
- Jager, C., Merchant, M., & Breithaupt, J. (2014). Effects of illegal harvest on the population dynamics of blue crabs (*Callinectes sapidus*) in Tampa Bay, Florida. *Fisheries Research*, 154, 164-171.
<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.03.010>
- Joaquín, V. (2023). *Proyecto de Rescate del río Joba en el municipio de Gaspar Hernández, provincia Espaillat, República Dominicana*. Dirección Municipal de Medio Ambiente de Gaspar Hernández.
- Lipton, D., Hanes, R., & Kirkley, J. (2006). An economic analysis of the blue crab (*Callinectes sapidus*) fishery and the impacts of poaching in the Chesapeake Bay. *Marine Resource Economics*, 21(2) 213-233. <https://doi.org/10.1086/mre.21.2.42629544>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2018). *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura*. <https://www.fao.org/3/i9540es/i9540es.pdf>
- Scyphers, S., Shuford, R., Brame, A., & Zengel, S. (2018). An evaluation of blue crab (*Callinectes sapidus*) poaching and enforcement in the Gulf of Mexico. *Marine Policy*, 91, 10-18.
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.12.024>
- Yin, R. (2014). *Case study research: Design and methods (5th ed.)*. SAGE. <https://doi.org/10.3138/CJPE.30.1.108>

Propuesta didáctica e investigación para estudiar el fenómeno de la luz en Educación Primaria

A Research-Based Approach for Teaching Light in Primary Education

Junior Cordones¹

Resumen

La enseñanza de las ciencias tiene como objetivo guiar al alumnado hacia el desarrollo del conocimiento científico. Sin embargo, esto no siempre se logra, ya que en las escuelas se suele abordar el contenido desde una perspectiva teórica. El objetivo de este estudio es aplicar una propuesta de enseñanza basada en la modelización, la investigación y la indagación, utilizando como marco el tema del fenómeno de la luz en estudiantes de 4º curso de Educación Primaria. Se asume un enfoque metodológico cualitativo. Los datos se obtienen a partir del análisis de las producciones de los alumnos, mediante la categorización de resultados. Los resultados evidencian que las experiencias directas del alumnado con la ciencia son insustituibles para la generación de competencias. Es urgente que los docentes del sistema educativo dominicano innoven en sus procesos de clase, lo cual permitiría al alumnado experimentar y así comprender el mundo que le rodea.

Palabras clave: enseñanza-aprendizaje, propuesta, didáctica, luz, competencia-científica, indagación, modelización.

Abstract

Science teaching aims to guide students towards the development of scientific knowledge. However, this is not always achieved, as schools often approach the content from a theoretical perspective. The objective of this study is to apply a teaching proposal based on modeling, research, and inquiry, using the phenomenon of light as a framework for 4th-grade students in Primary Education. A qualitative methodological approach is assumed. Data is obtained from analyzing student productions, through the categorization of results. The results show that the direct experiences of students with science are irreplaceable for the generation of skills. Teachers in the Dominican educational system must innovate in their classroom processes, which would allow students to experiment and thus understand the world around them.

Keywords: teaching-learning, proposal, didactics, light, scientific competence, inquiry, modeling.

¹ Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña (ISFODOSU). República Dominicana, junior.cordones@isfodosu.edu.do, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3686-2473>

1. Introducción

Enseñar ciencias supone en la actualidad una preparación de los individuos para la vida, mediante la implementación de estrategias de aprendizaje que promuevan la adquisición del saber y a partir de la solución de las situaciones problemáticas que se encuentran en el entorno, donde es posible apreciar las implicaciones que tiene la ciencia en la vida cotidiana (Etxabe, 2016).

Esto es posible a través de la competencia científica. No obstante, el aprendizaje de esta competencia se ve impedido en muchas ocasiones por intentar realizar interpretaciones científicas basadas en concepciones de la cotidianidad. Debería ser lo contrario: poder interpretar los hechos observables del entorno a través de lo que establece la ciencia (Grau Torre-Marín & Pipitone, 2022). Al desarrollo de la competencia científica se integra la capacidad de indagación, intención educativa que desde hace décadas se viene defendiendo en la enseñanza de las ciencias (Martínez-Losada & García-Barros, 2008). Como establecen Cañal (2012) y Peterson y French (2008), citados por Cruz-Guzmán, García-Carmona y Criado (2017):

Los niños tienen una capacidad innata para construir representaciones sobre la realidad natural, imaginar posibles soluciones a problemas que pueden detectar, planificar actuaciones para comprobar la validez de tales soluciones, hacer predicciones sobre lo que puede ocurrir como resultado de tales actuaciones o experiencias, etc. Por tanto, muestran capacidades potenciales para aprender sobre el mundo físico indagando (p. 176).

A pesar de que se ha de desarrollar la competencia científica en el alumnado, es una realidad que el conocimiento científico impartido en las aulas se encuentra alejado del conocimiento cotidiano (Branca, Soletta & Gallego, 2016), pues normalmente no se enseña a los alumnos la relación entre la ciencia y los sucesos que les rodean, lo cual se traduce en enfoques inadecuados de enseñanza (Perales & García 2016).

Un fenómeno cotidiano y a la vez científico es la luz. La importancia de estudiarlo en Educación Primaria se debe a que es un tema que, aunque presente en la cotidianidad, pasa inadvertido para la mayoría de los alumnos, pues en las escuelas no se detienen a analizarlo, ya que no siempre se insiste lo suficiente en las experiencias directas, sino que se tratan estos temas desde un punto de vista conceptual/teórico (Martínez-Losada y García-Barros 2008).

Las dificultades que posee el alumnado en el aprendizaje de este fenómeno, en palabras de Perales y García (2016), no permite un aprendizaje competencial. Ante esta realidad se precisa plantear una enseñanza de las ciencias que no solo intente modificar las teorías intuitivas de los estudiantes, sino también que suponga un cambio en sus formas de razonar y aprender, una enseñanza que no solo intente cambiar de forma conceptual el aprendizaje, sino que estimule un reprocesamiento de los principios epistemológicos, ontológicos y conceptuales que subyacen en la construcción del pensamiento cotidiano (Pozo, 2001, citado en Bravo & Pesa, 2016).

2. Metodología

Esta investigación se enmarca en un enfoque cualitativo, en particular en la investigación-acción.

El objetivo principal es aplicar una propuesta didáctica sobre el estudio del fenómeno de la luz en 4.º curso de Educación Primaria, fundamentada en la investigación, indagación y modelización. La propuesta consta de cuatro sesiones y fue aplicada a un total de 28 estudiantes, quienes trabajaron en equipos de dos. En cada sesión tenían en su mesa de trabajo los elementos que usarían: fuente de luz, espejos, objetos opacos, entre otros.

El diseño de la propuesta responde a cuatro tareas gradualmente más exigentes, dirigidas mediante preguntas abiertas y cerradas cuyas características se resumen a continuación: a) estudio del comportamiento de la luz frente a materiales transparentes, traslúcidos y opacos: si ponemos estos objetos delante de alguna cosa, ¿la podremos seguir viendo?; b) la luz como fenómeno que permite crear sombras: ¿qué necesito para hacer sombras?, ¿qué formas tienen las sombras?; c) reflexión de la luz a través del estudio de cómo se ven los objetos (forma especular de los mismos): ¿cómo veo las cosas en el espejo?, ¿cuál es la causa?; d) modelización del camino de la luz: ¿cómo debo colocar la luz para ver un objeto mejor?, ¿qué cosas tuviste que hacer para lograrlo?, ¿podrías dibujarlo?

Los datos se obtendrán de las producciones de los alumnos mediante fichas de trabajo y se analizarán a través de una categorización por niveles de dominio, lo cual, en palabras de Vives y Hamui (2021), permite hacer un análisis más cercano a la complejidad del problema. Estarán organizadas en función de las respuestas más correctas/adecuadas a las más incorrectas/inadecuadas, donde el nivel 1 responde al conocimiento más competencial y el nivel 3 a un conocimiento más intuitivo.

3. Resultados

Tabla 1
Categorización de la actividad 1, tarea 2

Categoría	Subcategoría	Significado
La luz frente a los objetos/ materiales transparentes, traslúcidos y opacos.	Nivel 1	Reconoce las interacciones luz-objeto y luz-sistema visual.
	11	Considera que la luz refracta totalmente en los objetos transparentes, parcialmente en los objetos traslucidos y que se refleja en los objetos opacos.
	Nivel 2	Reconoce y agrupa en pares la interacción de algunas de las variables implicadas en la visión: luz-objeto, objeto-sistema visual, sistema visual-luz, mas no de forma relacional.
	11111	Reconoce las variables implicadas en la visión (ojos, objetos, luz), mas no distingue una relación entre ellos.
	Nivel 3	Reconoce las variables implicadas en la visión (ojos, objetos, luz), mas no distingue una relación entre ellos.
	111111	Explica el fenómeno en función de información aportada por sentidos, por ejemplo: «Vemos porque vemos».

Fuente: elaboración propia

En la actividad 1, los estudiantes quedan en su mayoría en los niveles 2 y 3. Es decir, su percepción y comprensión del fenómeno se rigen por ideas intuitivas y por los sentidos, en vez de la ciencia escolar.

En la actividad 2, respecto a las necesidades para obtener sombras, ocho parejas de estudiantes quedan en el nivel 3, intuitivo o cotidiano. Es la única tarea donde la mayoría está en este nivel de dominio. Es interesante el hecho de que aquí ningún equipo tributa al nivel de dominio 1 o competencial, tanto en esta categoría como en la posición de los objetos.

Tabla 2
Categorización de la actividad 2, tareas 1, 2, 3 y 4

Categoría	Subcategorías	Significado
Las sombras. Necesidades para obtenerlas.	Nivel 1	Reconoce que necesita un objeto opaco y luz, donde esta incida y se refleje.
	Nivel 2 111111	Reconoce que es posible realizar una sombra con cualquier objeto y una fuente de luz.
	Nivel 3 11111111	Reconoce solo la necesidad de un objeto opaco, sin tomar en cuenta la luz.
Las sombras. Posición de los objetos.	Nivel 1	Representa de forma adecuada, considerando las variables: luz, objeto, sombra.
	Nivel 2 11111111111	Representa tomando en cuenta solo tres variables: objeto y sombra, luz y objeto, sombra y luz.
	Nivel 3 111	No reconoce ninguna variable a la hora de posicionar los objetos.
Las sombras. Tamaño.	Nivel 1 11111	Reconoce que el tamaño de la sombra depende de la distancia del foco de luz.
	Nivel 2 11111	Reconoce que es posible realizar sombras pequeñas y grandes sin asociarlo a la cercanía/lejanía de la luz.
	Nivel 3 1111	No reconoce que es posible modificar el tamaño de la sombra.

Fuente: elaboración propia.

Respecto a la posición de los objetos para obtener sombras, la mayoría de los estudiantes se ubica en el nivel 2, que es intermedio, donde priman aún las ideas intuitivas pero hay un acercamiento a la ciencia escolar. Según lo establecido en el marco teórico, es posible que se deba al nivel cognoscitivo y las concepciones erróneas sobre la ciencia.

En cuanto al tamaño de las sombras, los resultados varían, pues existe la misma cantidad de alumnos en los niveles 1 y 2, lo cual llama la atención, puesto que pareciese estar en incoherencia con los resultados anteriores. No obstante, era el resultado esperado, ya que, según lo establecido en el marco teórico, eso es posible interpretarlo de manera simplista en la experimentación y modelización de los objetos.

En la actividad 3 se repite lo de actividades anteriores, prima, como mucho, una interpretación parcial del fenómeno de la luz (nivel de dominio 2) y en otras ocasiones no hay una explicación coherente, lo que sugiere una comprensión distante de los procesos cognoscitivos y científicos. Esto implica poca autonomía en la competencia científica en el fenómeno de la luz.

Tabla 3
Categorización de la actividad 3, tarea 2

Categoría	Subcategoría	Significado
Forma especular de los objetos	Nivel 1	Reconoce las interacciones luz-objeto y luz-sistema visual, destacando que la luz rebota en el espejo y distorsiona la imagen según su eje de simetría.
	Nivel 2 111111111	Reconoce de forma parcial las variables involucradas en el fenómeno, mas de no forma relacional. No destacan la inversión/ distorsión de la imagen.
	Nivel 3 11111	No reconoce las variables implicadas en el fenómeno, ni explica cómo es posible vernos en un espejo.

Fuente: elaboración propia.

En la actividad 4, llama la atención que pese a que los estudiantes en la primera tarea pudieron experimentar directamente con los objetos, ni siquiera la mitad del grupo fue capaz de representar esto en el orden adecuado mediante un dibujo en la tarea siguiente.

Tabla 4
Categorización de la actividad 4, tareas 1 y 2

Categoría	Subcategorías	Significado
Camino de la luz. Pasos para hacerlo.	Nivel 1 11	Reconoce la necesidad de tener un espejo, un foco de luz y un objeto al cual iluminar. Explica que debe dirigir el foco de luz al espejo y mandar la reflexión resultante al objeto que se quiere iluminar.
	Nivel 2 1111111	Reconoce de forma parcial la necesidad de los objetos pertinentes para esta tarea. Puede iluminar el objeto, mas no explicar cómo es posible.
	Nivel 3 11111	No reconoce la necesidad de que la luz se refleje en el objeto para iluminar el objeto deseado.
Camino de la luz. Orden de los objetos.	Nivel 1 1111	Representa gráficamente el orden adecuado para colocar los objetos: primero el foco de luz dirigido al espejo, después orientar la luz reflejada al objeto que se quiere iluminar.
	Nivel 2 11	Representa gráficamente la iluminación del objeto, sin reconocer la necesidad de que la luz se refleje en el espejo.
	Nivel 3 11111111	No representa gráficamente que se pueda iluminar un objeto sin apuntar directamente la luz hacia él.

Fuente: elaboración propia.

4. Discusión y conclusiones

En función del objetivo general de esta investigación, se concluye que las experiencias directas del alumnado con la ciencia son insustituibles para generar competencias; se necesita con sentido de urgencia que los docentes del sistema educativo dominicano se aboquen a innovar en sus clases y permitan al alumnado experimentar y construir, según sus habilidades y posibilidades del contexto, saberes que les permitan entender el mundo que les rodea, que es el fin de la competencia científica, puesto que la ciencia no es abstracta sino que se ve implicada en la cotidianidad de los sujetos (Villate, 2019). Por tanto, se precisa que el conocimiento epistemológico y subyacente de la ciencia pueda ser interpretado y transferido a una aplicación práctica.

Respecto a la propuesta didáctica y su carácter autónomo, facilidad de investigación, indagación y modelización, se considera que aportó herramientas que permitieron que el alumnado iniciara una construcción apegada a la ciencia escolar transformando el aprendizaje cotidiano en aprendizaje científico. Esto es importante para alcanzar una sociedad

más autónoma, más crítica, y así ser resolutivos en los problemas que afectan al mundo, que es uno de los objetivos primarios de la educación a escala global. La enseñanza de las ciencias en el sistema educativo dominicano necesita ser evaluada y repensada en la coherencia teoría-práctica-interpretaciones.

Como prospectiva de investigación se recomienda rediseñar esta propuesta vinculando diversas áreas del conocimiento como matemáticas, lengua española, inglés..., para que sirvan de ayuda al alumnado en la construcción de modelos científicos de explicación de fenómenos.

5. Agradecimientos y reconocimientos

A la Dra. Susana García Barros, mentora en este proyecto de investigación.

6. Referencias bibliográficas

- Branca, M. Soletta, I., & Gallego, R. (2016). Jugando con la luz. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70-74. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5581648>
- Bravo, B., & Pesa, M. (2016). El cambio conceptual en el aprendizaje de las ciencias. Un estudio de los procesos involucrados al aprender sobre la luz y la visión. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 258-280. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen15/REEC_15_2_5_ex940.pdf
- Cañal, P. (2012). *¿Cómo evaluar la competencia científica? Investigación en la Escuela*, 78, 5-16. <https://institucional.us.es/revistas/Investigacion/78/R78.1.pdf>
- Cruz- Guzmán, M., García-Carmona, A., & Criado, A. (2017). Aprendiendo sobre los cambios de estado en educación infantil mediante secuencias de pregunta- predicción-comprobación experimental. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(3), 175-193. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2336>
- Etxabe, J. (2016). Innovación docente en la enseñanza y el aprendizaje de «la luz» en el grado de educación primaria. *Ennovatic*, 161-170. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5792742>
- Grau Torre-Marín, V., & Pipitone, C. (2022). Ideas clave para enseñar la luz en primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 20(2). <https://www.redalyc.org/journal/920/92073956016/movil/>
- Martínez-Losada, C., & García-Barros, S. (2008). Interpretando fenómenos ópticos cotidianos. *Padres y maestros*, (316), 23-27. <https://revistas.comillas.edu/index.php/padresymaestros/article/view/1528>
- Perales, F., & García, J. (2016). Por qué, qué, cómo y cuándo enseñar sobre la luz. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 85, 9-14. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5581639>
- Vives Varela, T., & Hamui Sutton, L. (2022). La codificación y categorización en la teoría fundamentada, un método para el análisis de los datos cualitativos. *Investigación en Educación Médica*, 10(40), 97-104. <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2021.40.21367>
- Villate, L. D. G. (2019). Del mundo de lo sensible al universo de lo inteligible en la enseñanza de las ciencias naturales. *Pedagogía y Saberes*, 50, e7911. <https://doi.org/10.17227/pys.num50-7911>