



HUERTAS CASERAS UNA ESTRATEGIA DIDACTICA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES¹

Home gardens: a didactic strategy
in the teaching of natural sciences

*Giraldo Zuluaga, Sandra², Giraldo Arbelaez, Jorge³,
Osorio Zuluaga, Hector⁴*

-
- 1 Este artículo forma parte del proceso de formación para la optar al título de Magister en la Enseñanza de la Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional sede Manizales.
 - 2 Licenciada en Biología y química, Universidad de Caldas; Docente básica primaria, Institución Educativa La Libertad, San José, Caldas. Contacto: sagiraldoz@unal.edu.co
 - 3 Magister en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; Profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Docente Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales
 - 4 Doctor en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; Profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Director Departamento de Física y Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales

Resumen:

La comunidad de la vereda Paz Alta del municipio de San José, presenta una alimentación poco balanceada con poca variabilidad de productos agrícolas y una agricultura intensiva; esta busca generar recursos para suplir necesidades básicas, y por consiguiente, las familias dedican poco tiempo y recursos en las huertas caseras. Esta es una oportunidad para que la escuela en su rol de articulación de los contenidos académicos con los procesos del campo, al involucrar a los alumnos, sus familias y demás miembros de la comunidad a identificar y apropiarse de nuevas tecnologías para el uso de huertas. Se desarrolló una propuesta didáctica que articula los diferentes contenidos académicos relacionados con ser vivo y ecosistema; enfocados en crear huertas caseras, bajo el modelo de Escuela Nueva; inicialmente en la institución educativa se creó la huerta escolar, que se utilizó como piloto para que los niños en sus respectivos hogares replicaran los conceptos orientados desde la clase de ciencias naturales. Participaron diez (10) estudiantes de la básica primaria y sus familias. En el desarrollo de todo el proceso se evidenció motivación de los estudiantes al encontrar relación estrecha entre los conceptos aprendidos en clase y el conocimiento empírico de sus padres, esto permitió socializar el conocimiento tradicional de las familias asociadas a las huertas caseras; tal y como la elaboración de remedios caseros para el control de plagas, abonos orgánicos alrededor del proyecto.

Palabras clave: Huertas, enseñanza, aprendizaje, escuela.

Abstract

The community of the village of Paz Alta in the municipality of San José, presents an unbalanced diet with low variability of agricultural products and intensive agriculture; This seeks to generate resources to meet basic needs, and therefore families spend little time and resources in home gardens. This is an opportunity for the school in its role of articulating academic content with field processes, by involving students, their families and other members of the community to identify and appropriate new

technologies for the use of gardens. A didactic proposal was developed that articulates the different academic contents related to the living being and the ecosystem focused on creating home gardens, under the Escuela Nueva model; Initially in the educational institution, the school garden was created that was used as a pilot for the children in their respective homes to replicate the concepts oriented from the natural sciences class. Ten (10) elementary school students and their families participated. In the development of the whole process, students' motivation was evidenced by finding a close relationship between the concepts learned in class and the empirical knowledge of their parents, this allowed to socialize the traditional knowledge of the families associated with home gardens; as well as the elaboration of home remedies for pest control, organic fertilizers around the project.

Keywords: Gardens, teaching, learning, school.

I. INTRODUCCIÓN

“El departamento de Caldas presenta problemas en el sector agrario, tales como: bajos niveles de producción, eficacia y rentabilidad de los productos de primera necesidad, poco competitivos; el desempleo rural y migración de jóvenes a grandes ciudades” [1]

La comunidad de la vereda Paz Alta no es ajena a esta situación, su alimentación es poco balanceada, las comunidades se dedican a la agricultura intensiva, basada en monocultivos de café, plátano y aguacate. Sus recursos son invertidos principalmente en la satisfacción de otro tipo de necesidades, lo que deja a un lado una alimentación balanceada, a pesar de contar con un recurso natural, para cultivos de autoconsumo.

Las comunidades requieren de la aplicación de estrategias que les contribuyan a mejorar la situación de inseguridad alimentaria, razón por la cual se hace necesario que la escuela tenga una participación activa dentro de dichos procesos. [2] De igual manera es necesario estimular a los niños para que visualicen el agro de modo diferente; enseñar el aprecio por su entorno, cuidado del medio ambiente y ayudarlos a encontrar nuevas oportunidades de utilización y aprovechamiento de los recursos de modo responsable, en búsqueda de minimizar la contaminación de su entorno.

La aplicación de técnicas amigables con el medio ambiente contribuye a reducir la contaminación ambiental por el uso de insumos agrícolas, por lo tanto, es importante orientar a los niños y sus familias en la identificación y aplicación de dichas estrategias en sus huertas caseras. [2]

De lo anterior las Instituciones educativas no solo imparten contenidos, sino que deben articularlos de acuerdo al contexto familiar y social, que potencialicen y fortalezcan el aprendizaje de las ciencias naturales [3]

Durante los últimos años la implementación de huertas escolares como instrumento para la enseñanza de las ciencias naturales ha cobrado

importancia en varios países del mundo, debido a su aplicabilidad práctica dentro de la disciplina[4] Los conocimientos empíricos de los niños y sus padres, genera un aprendizaje significativo de las ciencias naturales

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Se propuso el desarrollo de una secuencia didáctica basada bajo el modelo de Escuela Nueva, dado las condiciones de aula multigradual; dicho enfoque permite al docente la flexibilización de contenidos académicos; esta unidad tuvo como eje central la elaboración de una huerta escolar piloto y la correlación de las diferentes guías fundamentadas en los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) asociados a los conceptos de ser vivo y ecosistema en básica primaria de la Institución Educativa La Libertad. Como consecuencia los niños y sus familias implementaron una huerta similar en sus respectivos hogares.

Este estudio se basó en la metodología de investigación acción, mediante la cual se describen las experiencias y resultados obtenidos en la implementación de las huertas caseras, se desarrollaron actividades de experimentación, aprendizaje de contenidos de ciencias naturales, con énfasis en el trabajo colaborativo en el entorno familiar, para la articulación de los conceptos desarrollados en la clase y los tradicionales de la familia y la comunidad. Los conocimientos tradicionales socializados permitieron desarrollar una estrategia de consolidación de remedios caseros para el control de plagas, el cual se pudo complementar con otras fuentes de información y así disminuir los niveles de contaminación y el costo de producción.

Escenario y actores

El trabajo se desarrolló en la Institución Educativa La Libertad, sede Paz alta con diez (10) estudiantes de la básica primaria de diferentes grados de escolaridad, sus familias. Además, se contó con el aporte de la secretaria de agricultura del municipio de San José, quienes realizaron el suministro de semillas y capacitaciones. La Universidad de Caldas con capacitación por parte del “*Centro de Investigación de Enemigos Biológicos*”

Técnicas e instrumentos de recolección de la información

Las técnicas utilizadas durante el presente estudio fueron: la observación directa, diario de campo, prueba diagnóstica, entrevistas con los miembros de la comunidad, prueba final donde se miden los resultados de la secuencia didáctica y los registros fotográficos (figura 1 y 2) donde se evidencian los progresos en el mejoramiento y construcción de las huertas caseras.

Figura 1. El primer diseño de huerta familiar.



Fuente propia

Figura 2. Segundo diseño de huerta familiar.



Fuente propia

PROCEDIMIENTO

El estudio se desarrolló en las siguientes etapas:

Etapas 1

Mediante entrevistas se realizó un sondeo con los padres de familia de los estudiantes sobre los cultivos de autoconsumo en la vereda, adicionalmente se diseñaron diferentes estilos de huertas de acuerdo con la experiencia familiar. De allí se realizó una socialización y se mejoró el concepto de construcción de huertas, mediante una premiación; los niños realizaron un registro detallado de las diferentes técnicas en el diario de campo.

De lo anterior surgió un diseño para la huerta escolar piloto de la escuela, allí se orientó a los niños para que replicarán los conocimientos en las huertas familiares con ayuda de sus padres, se utilizaron diferentes abonos y remedios caseros para el cuidado de los cultivos de autoconsumo.

Etapa 2

Mediante una prueba diagnóstica (Anexo 1.), se identificó los preconceptos relacionados con las temáticas de seres vivos y ecosistemas de básica primaria que permitió enfocar el diseño de las guías de trabajo bajo el modelo de Escuela Nueva

Etapa 3

Los estándares básicos de competencias en ciencias naturales y sus derechos básicos (Anexo 2) fueron adaptados a los conceptos de ser vivo y ecosistemas, integrados a las huertas caseras por una serie de guías (7); además se incluyeron tres (3) sobre el control biológico de plagas.

Etapa 4

Mediante entrevistas a los padres de familia y los estudiantes se identificó el impacto con relación a la estrategia de las huertas caseras.

RESULTADOS

Durante la fase inicial se encontró cierta resistencia por parte de la comunidad en la construcción de las huertas caseras, sin embargo; el desarrollo de salidas pedagógicas con los niños y sus familias generó un cambio de actitud frente al proyecto.

En la construcción de las huertas caseras se vivieron dos momentos:

Inicialmente con el poco conocimiento de algunas familias se construyeron huertas artesanales, que desmotivaron algunos niños, después

de la socialización estas fueron rediseñadas con un mayor impacto dentro de la comunidad.

La huerta permitió no solo trabajar conceptos relacionados con las ciencias naturales, sino transversalizar con otras áreas del conocimiento como inglés, matemáticas, ética y emprendimiento

En el desarrollo de la secuencia didáctica, los niños contaron con un espacio donde se articularon las experiencias trabajadas en el aula con sus familias. La ejecución de las actividades propuestas en su respectiva huerta casera permitió afianzar los conceptos, que posteriormente compartieron con su entorno familiar.

Los resultados evidenciados en la aplicación de la prueba final reflejan que se generó un cambio a nivel conceptual en un amplio porcentaje de los estudiantes, con ello se demuestra que la aplicación de la secuencia didáctica a través de las huertas caseras contribuye en el dominio de las temáticas relacionadas con ser vivo y ecosistema en los estudiantes de la básica primaria.

Se motivó a la comunidad para contribuir con el cuidado y protección del medio ambiente, generar espacios de integración y trabajo colaborativo, en los hogares de la vereda Paz Alta.

III. CONCLUSIONES

La estrategia de la huerta casera generó motivación de los niños y padres de familia, por la participación en todas las actividades programadas en la secuencia didáctica.

Se logró despertar el interés de los niños con los contenidos propios del área de ciencias naturales y los conocimientos tradicionales de sus familias.

La estrategia adicionalmente permitió implementar otras actividades que transversalizan áreas del conocimiento como inglés, matemáticas, ética y emprendimiento; se demuestra que la estrategia promueve un espacio práctico de trabajo en el aula.

En el plan de área de ciencias naturales de la institución educativa La Libertad, la temática sobre ecosistemas, se puede transversalizar en los grados 1°, 2°, 3°, 4° y 5° de acuerdo a los estándares básicos de calidad planteados por el MEN.

GRADO	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	QUINTO
Desempeño conceptual	Identificar algunas formas de cuidar la naturaleza y los seres vivos	Explicar las adaptaciones de los seres vivos al ambiente	Describir y verificar la flora, la fauna, el agua y el suelo de su entorno	Identificar la estructura de los seres vivos que les permiten desarrollarse en su entorno y que puedo utilizar como criterios de clasificación	Identificar adaptaciones de los seres vivos, teniendo en cuenta las características de los ecosistemas en que viven
Desempeño procedimental	Me identifico como un ser vivo que comparte algunas características con otros seres vivos y que se relaciona con ellos en un entorno en el todos nos desarrollamos.	respetar y cuidar los seres vivos y los objetos de su entorno	Contribuir a preservar y mejorar el ambiente, haciendo uso adecuado de los recursos naturales y los creados por el hombre	Reconocer la importancia del suelo en la vida del hombre	reconocer la importancia del agua para la vida de los seres vivos
Desempeño actitudinal	Establecer juicios argumentales y definir acciones adecuadas para resolver una situación determinada	Descubrir y analizar críticamente, deficiencias para definir alternativas e implementar soluciones acertadas y oportunas	Regular el propio comportamiento, reflexionar sobre la propia actitud en relación con las actividades desarrolladas y responsabilizarse de las acciones realizadas	Consolidar un equipo de trabajo, integrarse a él y aportar conocimientos, ideas y experiencias, con el fin de definir objetivos colectivos y establecer roles y responsabilidades para realizar un trabajo	Identificar, ubicar, organizar, controlar y utilizar en forma racional y eficiente los recursos disponibles, en la realización de proyectos y actividades

Fuente: tabla elaborada a partir del plan de área de ciencias naturales de la institución educativa La Libertad.

La socialización y los recorridos en salidas pedagógicas mejoraron los diseños y construcciones de las huertas caseras, así como, las técnicas de siembra y cuidado de las plantas.

El trabajo colaborativo que surgió en la implementación de la secuencia didáctica permitió un avance diferencial en la conceptualización de los contenidos académicos relacionados. La estrategia facilita el trabajo en el aula.

La participación de los niños en el mercado campesino les permitió poner a prueba sus conocimientos en cálculos matemáticos, desde situaciones reales, partiendo de las unidades de peso, identificación del

dinero como método de intercambio entre productos y rentabilidad del trabajo realizado por cada uno en sus huertas caseras. La participación de las madres en dicha actividad demuestra motivación y abre una puerta donde ellas identificaron nuevas fuentes de adquisición de dinero para contribuir con el presupuesto familiar.

Anexo 1.

https://docs.google.com/forms/d/1n_WWRmNmA0p03_L9Ff-0Q6jGDwvLwptGQgewdkqhEg0/edit?usp=drivesdk

Anexo 2.

Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y derechos básicos de aprendizaje en Ciencias Naturales partiendo los DBA y el plan de estudios institucional para los cinco (5) grados de la básica primaria:

Grado	Derecho básico de aprendizaje	Evidencias
Primero	Comprende que los seres vivos (plantas, y animales) tienen características comunes (se alimentan, respiran, tienen un ciclo de vida, responden al entorno) y las diferencias de los objetos inertes	<p>Clasifica seres vivos (plantas y animales) de su entorno, según sus características observables (tamaño, cubierta corporal, cantidad y tipo de miembros, forma de raíz, tallo, hojas, flores y frutos) y las diferencias de los objetos inertes, a partir de criterios que tienen que ver con las características básicas de los seres vivos.</p> <p>Compara características y partes de plantas y animales, utilizando instrumentos simples como la lupa para realizar observaciones.</p> <p>Describe las partes de las plantas (raíz, tallo, hojas, flores y frutos), así como los animales de su entorno, según características observables (tamaño, cubierta corporal, cantidad y tipo de miembros).</p> <p>Propone acciones de cuidado a plantas y animales, teniendo en cuenta características como tipo de alimentación, ciclos de vida y relación con el entorno.</p>
Segundo	Comprende la relación entre características físicas de plantas y animales con los ambientes en donde viven, teniendo en cuenta sus necesidades básicas (luz, agua, aire, suelo, nutrientes, desplazamiento y protección)	<p>Describe y clasifica plantas y animales de su entorno, según su tipo de desplazamiento, dieta y protección.</p> <p>Explica, cómo las características físicas de un animal o planta, le ayudan a vivir en un cierto ambiente.</p> <p>Predice posibles problemas que podrían ocurrir cuando no se satisfacen algunas de las necesidades básicas en el desarrollo de plantas y animales, a partir de los resultados obtenidos en experimentaciones sencillas.</p> <p>Establece relaciones entre las características de los seres vivos y el ambiente donde habitan.</p>
Tercero	Comprende las relaciones de los seres vivos con otros organismos de su entorno (intra e interespecíficas) y las explica como esenciales para su supervivencia en un ambiente determinado	<p>Interpreta las relaciones de competencia, territorialidad, gregarismo, depredación, parasitismo, comensalismo, amensalismo y mutualismo, como esenciales para la supervivencia de los organismos en un ecosistema, dando ejemplos.</p> <p>Observa y describe características que le permiten a algunos organismos camuflarse con el entorno, para explicar cómo mejoran su posibilidad de supervivencia.</p> <p>Predice qué ocurrirá con organismos del mismo ecosistema, dada una variación en sus condiciones ambientales o en una población de organismos.</p> <p>Describe y registra las relaciones intra e interespecíficas que le permiten sobrevivir como ser humano en un ecosistema.</p>
	Explica la influencia de los factores abióticos (luz, temperatura, suelo y aire) en el desarrollo de los factores bióticos (fauna flora) de un ecosistema.	<p>Diferencia los factores bióticos (plantas y animales) de los abióticos (luz, agua, temperatura, suelo y aire) de un ecosistema propio de su región.</p> <p>Interpreta el ecosistema de su región, describiendo relaciones entre factores bióticos (plantas y animales) y abióticos (luz, agua, temperatura, suelo y aire).</p> <p>Predice los efectos que ocurren en los organismos al alterarse un factor abiótico en un ecosistema.</p>
Cuarto	Comprende que los organismos cumplen distintas funciones en cada uno de los niveles tróficos y que las relaciones entre ellos pueden representarse en cadenas y redes alimenticias.	<p>Identifica los niveles tróficos en cadenas alimenticias y establece la función de cada uno en un ecosistema.</p> <p>Indica qué puede ocurrir con las distintas poblaciones que forman parte de una red alimenticia cuando se altera cualquiera de sus niveles.</p> <p>Representa cadenas, pirámides o redes tróficas para establecer relaciones entre los niveles tróficos.</p>
Quinto	No aplica DBA	

En el plan de área de ciencias naturales de la institución educativa la libertad la temática sobre ecosistemas se puede transversalizar en los grados 1°,2°,3°,4° y 5° de acuerdo con los estándares básicos de calidad planteados por el MEN.

REFERENCIAS

- [1] Gobernacion de Caldas, “PLAN DEPARTAMENTAL DE SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL CALDAS 2017-2021,” *Stat. F. Theor*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [2] F. Herrera and S. Herrero, “ODS en Colombia Los retos para 2030,” *Programa las Nac. Unidas para el Desarro.*, p. 74, 2018, [Online]. Available: https://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/ODS/undp_co_PUBL_julio_ODS_en_Colombia_los_retos_para_2030_ONU.pdf.
- [3] L. F. Patiño, M. E. Bernal, and E. Castaño, “Caracterización de las dinámicas de la educación rural en sus primeras etapas. (Análisis de caso escuela rural de Caldas).,” *Vet.zootec*, vol. 5, no. 1, pp. 69–86, 2011, [Online]. Available: <http://vetzootec.ucaldas.edu.co/downloads/v5n1a07.pdf>.
- [4] Á. Barrón Ruiz and J. M. Muñoz Rodríguez, “Fraguando Espacios Socioeducativos En Y Para La Sostenibilidad,” *Foro Educ.*, vol. 13, no. 19, pp. 213–239, 2015.

AUTORES

Sandra Yaneth Giraldo Zuluaga

Licenciada en Biología y química, Universidad de Caldas; Docente básica primaria, Institución Educativa La Libertad, San José, Caldas.

Héctor Jairo Osorio Zuluaga

Doctor en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; Profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Director Departamento de Física y Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Docente Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Investigador Asociado Colciencias. ORCID: 0000-0002-0227-588X

Áreas de investigación: Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Exactas y Naturales, Química Orgánica.

Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez

Magister en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; Profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Docente Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. ORCID: 0000-0002-4102-5701

Áreas de investigación: Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Exactas y Naturales, Química General.



ECONOMÍA ATÓMICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA ESTEQUIOMETRÍA: UN ESTUDIO DE MAPEO SISTEMÁTICO¹

Atom economy for the teaching of
stochiometry: a systematic mapping study

*Naranjo-Zuluaga, Claudia Patricia², Ospina-Quintero, Natalia³
y Lorduy-Flórez, Danny José⁴*

-
- 1 El artículo surge en el ejercicio de la formulación del problema de la tesis doctoral en Didáctica de la primera autora, estudiante de la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
 - 2 Universidad de Córdoba; código ORCID 0000-0001-9209-9586.
Contacto: cpnaranjo@correo.unicordoba.edu.co
 - 3 Universidad Simón Bolívar; código ORCID 0000-0002-1310-5886.
Contacto: natalia.ospina@unisimonbolivar.edu.co
 - 4 Universidad de Córdoba; código ORCID 0000-0001-8355-6669.
Contacto: dlorduyflorez@correo.unicordoba.edu.co

Resumen

La química verde utiliza el desarrollo de métodos para cambiar las propiedades intrínsecas de productos o procesos con el fin de reducir los riesgos que afronta la sociedad y el ambiente en la actualidad, uno de los pilares fundamentales de este enfoque es la economía atómica [11]. Este documento tuvo como objetivo general indagar acerca de la producción científica referente a la enseñanza de la estequiometría escolar y una posible relación con el principio de la economía atómica, mediante la implementación del método de mapeo sistemático y metaanálisis de la literatura científica comprendida durante el período 2015-2020, encontrándose nueve publicaciones de interés para el presente estudio. Los resultados muestran que todas corresponden a la categoría estequiometría y ninguna se asocia con la economía atómica, constituyendo una oportunidad para mediar la enseñanza de la química desde el desarrollo de estos dos campos del conocimiento. Estos resultados permitieron concluir que los temas específicos de producción, para los nueve documentos analizados, corresponden a estudios empíricos mediante la implementación de estrategias didácticas, simulaciones, uso de las TICs, analogías, diseño de guías de aprendizaje y unidades didácticas; y solo dos publicaciones enfatizan en reflexiones históricas, epistemológicas o del discurso de la categoría estequiometría. Lo anterior permite abrir rutas de investigación en la construcción del conocimiento científico del docente y los estudiantes, que vinculen la enseñanza de la estequiometría desde una perspectiva de la economía atómica para contextualizar este campo del conocimiento y maximizar la incorporación de todos los materiales usados durante un proceso químico.

Palabras clave: enseñanza de la química, estequiometría, economía atómica, química verde, mapeo sistemático.

Abstract

Green chemistry uses the development of methods to change the intrinsic properties of products or processes to reduce the risks facing society and

the environment today, one of the fundamental pillars of this approach is atomic economics [11]. This document had as a general objective to inquire about the scientific production related to the teaching of school stoichiometry and a possible relationship with the principle of atomic economy, through the implementation of the method of systematic mapping and meta-analysis of the scientific literature included during the period 2015-2020, finding nine publications of interest for the present study. The results show that all correspond to the category of stoichiometry and none is associated with atomic economics, constituting an opportunity to mediate the teaching of chemistry since the development of these two fields of knowledge. These results allowed us to conclude that the specific production topics for the nine documents analyzed correspond to empirical studies through the implementation of didactic strategies, simulations, use of ICTs, analogies, design of learning guides and didactic units and only two publications emphasize historical reflections, epistemological or discourse of the category stoichiometry. This allows to open research routes in the construction of scientific knowledge of teachers and students, which link the teaching of stoichiometry from a perspective of atomic economics to contextualize this field of knowledge and maximize the incorporation of all materials used during a chemical process.

Keywords: teaching of chemistry, stoichiometry, atomic economics, green chemistry, systematic mapping.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo conduce a la reflexión de la producción científica generada en el último quinquenio (período 2015-2020) respecto a la enseñanza de la estequiometría [1], [6], pero centrada en un posible abordaje didáctico desde el segundo principio de la química verde referido al concepto de economía atómica. La cual se describe como la aplicación de métodos sintéticos diseñados para maximizar la eficiencia de un proceso químico, midiendo la incorporación de todos sus reactivos y buscando con ello un rendimiento atómico del 100% [7], [8].

La economía atómica ha tenido gran impacto en los procesos industriales, principalmente de síntesis química, fue acuñada por [9] y [10] para evidenciar la importancia de una química limpia [11] y proporciona una gran oportunidad, desde la didáctica, vincularlo al concepto de estequiometría en la escuela.

Por lo anterior y mediante la implementación de un estudio de mapeo sistemático [12], [14] y metaanálisis de la literatura científica comprendida durante el período 2015-2020. La presente investigación tiene como objetivo general, indagar acerca de la producción científica referente a la enseñanza de la estequiometría escolar y una posible relación con el principio de la economía atómica.

En virtud de lo anterior, las dos categorías de estudio, *estequiometría y economía atómica*, constituyen nuevas rutas de investigación para mediar la enseñanza de la química hacia el desarrollo de conocimientos contextuales, permitiendo encontrar sentido y significado a sus aprendizajes [15], [23].

Para alcanzar el propósito de este estudio, se orientó el mapeo sistemático de literatura en los siguientes objetivos específicos:

- i) Caracterizar reportes de investigaciones sobre la estequiometría y economía atómica en la escuela.
- ii) Identificar la producción científica del concepto de estequiometría en relación con el tema de interés: economía

atómica en la escuela, dentro del marco nacional e internacional, destacando usos, contextos y categorías.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

El método usado para esta investigación fue el mapeo sistemático y metaanálisis de la literatura científica, mediante el diseño de estrategias de búsqueda que comprendió varias etapas: i) Preguntas de búsqueda ii) Selección de bases de datos y cadenas de búsqueda. iii) Definición de criterios de inclusión y exclusión y iv) Filtrado y análisis de artículos.

Cada una de estas etapas se describe a continuación, empleando protocolos de búsqueda y metaanálisis diseñados para el mapeo sistemático [12], [14].

Etapas 1. La tabla 1 muestra las preguntas de investigación (MQ), según su traducción al inglés “Mapping Question” [14], las cuales se definieron a la luz de los objetivos de investigación.

Tabla 1. Preguntas utilizadas para el análisis.

	Pregunta	Información buscada
MQ1	¿Qué tendencias de producción se observan en el período comprendido entre 2015 y 2020 en el tema de enseñanza de la estequiometría y economía atómica?	Aumento o disminución en la producción a través de los años.
MQ2	¿En qué idiomas y en qué países se produce la investigación sobre enseñanza de estequiometría y economía atómica?	Idiomas. Países de producción.
MQ3	¿Cómo se caracteriza la producción sobre enseñanza de la estequiometría y economía atómica, en cuanto al tipo de trabajos y accesibilidad?	Acceso abierto o cerrado. Tipos de documentos: artículos, libros, capítulos, otros.
MQ4	¿Qué trabajos han tenido mayor impacto en la producción científica sobre enseñanza de la estequiometría y economía atómica?	Número de citas.
MQ5	¿Qué líneas se han desarrollado en la investigación sobre enseñanza de la estequiometría y economía atómica?	Temas específicos de producción

Fuente: Tomado y ajustado de [12].

Etapa 2. En esta etapa se seleccionaron las bases de datos y cadenas de búsquedas más usadas en los documentos referenciados para esta investigación, mostrados en la tabla 2. Además, se tuvo en cuenta una búsqueda complementaria con ayuda de Google académico.

Tabla 2. Bases de datos y cadenas de búsquedas.

Bases de datos digitales	
Science Direct	Sitios web especializados Google Académico
Scopus	
Springer Link	
Web of Science	
JSTOR	
Cadenas de búsqueda	“enseñanza de estequiometría” OR “didáctica de estequiometría” “economía atómica” AND “enseñanza de ciencias”

Fuente: elaboración de los autores (2021).

Etapa 3. En esta etapa se definieron algunos criterios de inclusión y exclusión, mostrados en la tabla 3, teniendo en cuenta el modelo propuesto por [13] a la luz de los intereses de esta investigación.

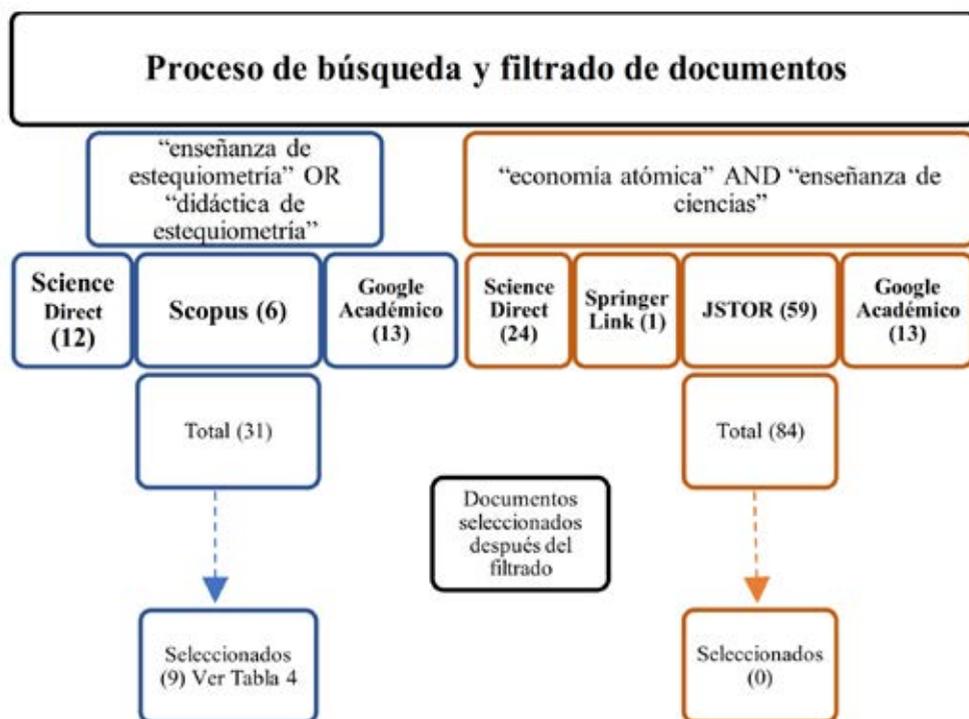
Tabla 3. Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos que incluyeran las frases: “enseñanza de estequiometría” OR “didáctica de estequiometría” “economía atómica” AND “enseñanza de ciencias”	Artículos sin conexión educativa
Artículos incluidos en las bases de datos Science Direct, Scopus, Springer Link, WoS y Jstor. Además, en Google académico.	Artículos de acceso cerrado
Horizonte de tiempo 5 años (2015 y 2020), excepto para las búsquedas en Google académico.	Trabajos centrados en química verde
Documentos a texto completo	Trabajos centrados en el aprendizaje de ciencias o química o estequiometría
Todas las disciplinas e idiomas.	Trabajos centrados en enseñanza de ciencias para niveles no escolares
Trabajos centrados en la enseñanza de ciencias escolar	Trabajos en enseñanza de química escolar pero centrados en otras temáticas diferentes a estequiometría
Trabajos centrados en enseñanza o didáctica de la química en el tema de estequiometría	Artículos investigativos o de reflexión en enseñanza o didáctica de las ciencias general

Fuente: tomado y ajustado de [13].

Etapa 4. En esta etapa se realizó un filtrado y análisis de los artículos seleccionados. Para ello, se efectuó una búsqueda exploratoria, la cual arrojó un determinado número de artículos, a los que se aplicaron criterios de inclusión y exclusión definidos en la etapa anterior. Esto condujo la reducción de la muestra de artículos para análisis final a un número total de nueve documentos que guardaban estrecha relación con el tema central de la investigación en la categoría de *enseñanza o didáctica de la estequiometría*, ya que, para la categoría de *economía atómica*, fueron descartados todos los resultados de la búsqueda tras la aplicación de los criterios de exclusión y duplicidad a lo largo del proceso de filtrado, como se detalla en la figura 1.

Figura 1. Diagrama de Filtrado en el proceso de búsqueda.



Fuente. Elaboración propia.

Los resultados de la búsqueda anterior muestran un total de nueve artículos seleccionados (tabla 4) de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión, además de la duplicidad presentada en algunos casos. Es preciso

aclarar que estos nueve documentos corresponden a la categoría *enseñanza o didáctica de la estequiometría*, sin considerar el rango de tiempo y tomando en cuenta todos los idiomas, por constituir una posibilidad más amplia que se abría, al usar Google Académico para la búsqueda y proporcionar, de esta manera, documentos de interés para el presente estudio. En relación a la categoría *economía atómica*, el principal criterio de exclusión que condujo a la supresión de todos los documentos detectados se debe a que contenían las palabras “química verde” en el título o guardaban poca relación con los criterios de inclusión.

Tabla 4. Artículos seleccionados para análisis con preguntas de la etapa 1.

Referencia	Título	Autor (Año)
[24]	Estrategias basadas en el uso de las TICs como herramienta para la enseñanza de la estequiometría	Novoa Becerra, Yesica Andreina (2011)
[25]	Stoichiometry and the law of mass conservation: what can be hidden behind the simplification of the experts' discourse	Galagovsky, Giacomo y Alí (2015)
[26]	Propuesta de enseñanza aprendizaje para la interpretación de las relaciones estequiométricas a partir de una ecuación química balanceada	Saldarriaga Quintero, Álvaro Marlon y Correa Osorno, Claudia María (2005)
[27]	Análisis histórico de las leyes de la conservación de la masa, una contribución a la comprensión de la equivalencia y a la formulación de relaciones estequiométricas	Elena Díaz Bolívar (2020)
[28]	Implementación de estrategias didácticas para la enseñanza de la estequiometría en estudiantes del grado once de enseñanza media	Obando Melo, Sandra Milena (2013)
[29]	Diseño de una guía de aprendizaje sobre estequiometría utilizando la herramienta drive para estudiantes de 10° grado del municipio Palmar, Santander	Mancilla Rosas, Alba Rocío (2017)
[2]	Analogías en la enseñanza de la estequiometría: revisión de páginas web	Raviolo y Lerzo (2014)
[30]	Incidencia de la implementación de una unidad didáctica diseñada en el modelo de investigación dirigida en el aprendizaje de la estequiometría	Villarreal Rocha J, Sánchez Hernández L (2018)
[31]*	Simulando estequiometría con la hoja de cálculo: uso de la barra de desplazamiento Simulating stoichiometry with spreadsheet: use of the scroll bar	Raviolo, Andrés (2017)

Fuente: Elaboración propia. *única referencia de Scopus, las demás corresponden a Google académico.

El análisis de los nueve documentos seleccionados a partir de las preguntas de la tabla 1, condujo a las premisas respecto a las tendencias de producción científica en los últimos años para el tema de interés, se observa un leve desarrollo de la productividad a través de los años con cierta tendencia al aumento entre el período 2017-2020, ya que para el año 2017 coinciden dos publicaciones como se observa en la gráfica 1.

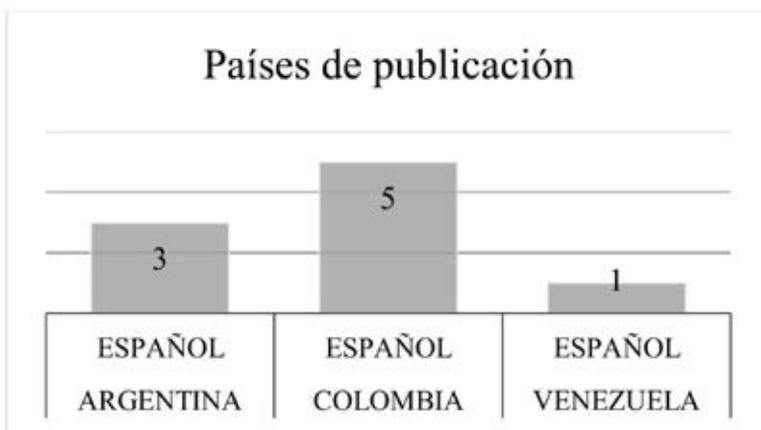
Gráfica 1. Tendencias de producción científica para los 9 documentos de referencia.



Fuente. Elaboración propia.

Los países que prevalecen en las publicaciones analizadas corresponden a la región de Sur América (todas en idioma español), con predominancia en nuestro país Colombia, ya que cinco de las nueve publicaciones se encuentran ubicadas en este criterio. En segundo lugar, se encuentra Argentina con tres publicaciones y Venezuela con solo una publicación, la gráfica 2 muestra estos resultados.

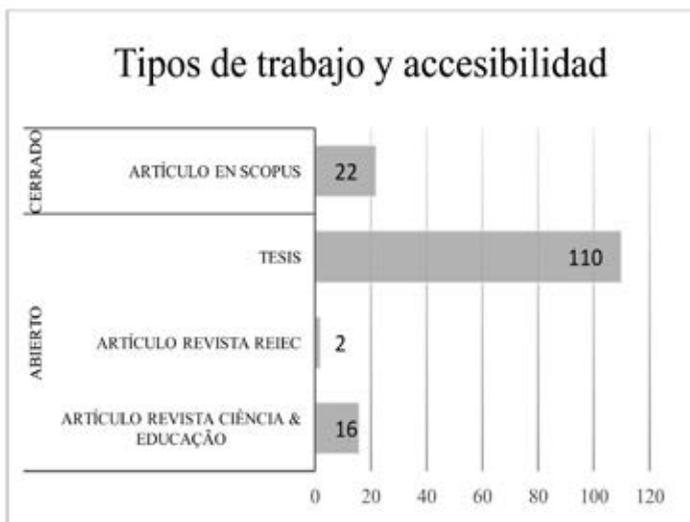
Gráfica 2. Publicaciones por países e idioma.



Fuente. Elaboración propia.

En el análisis, de acuerdo con la accesibilidad y el tipo de publicación (gráfica 3), se observa que la mayoría de los trabajos corresponde al tipo tesis (6 artículos), de los cuales cinco corresponden a las publicaciones de Colombia y la restante corresponde a Venezuela. Las tres publicaciones pertenecientes a Argentina corresponden al tipo artículo de revista y solo uno de ellos es reportado en Scopus.

Gráfica 3. Publicaciones por países e idioma.



Fuente. Elaboración propia.

De lo anterior se infiere que en los países suramericanos existen publicaciones sobre el tema de interés para esta investigación, pero solo en Argentina alcanzan el tipo de publicaciones indexadas, mientras que en Colombia se limitan al ejercicio de la investigación como opción de grado, sin alcanzar el grado de publicaciones en cuartiles de gran valor.

Respecto a la pregunta por los trabajos de mayor impacto, se tiene que los artículos de revista cuentan con un mayor impacto de publicación en términos del número de citas encontradas. Lo anterior era de esperarse de acuerdo con el tipo de publicaciones registradas en los hallazgos de esta investigación, debido a que las tesis no cuentan con el mismo impacto de los artículos de revistas.

III. CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio permitieron concluir que los temas específicos de producción para los nueve documentos analizados corresponden a estudios empíricos de la categoría estequiometría, mediante la implementación de estrategias didácticas, simulaciones, uso de TICs, analogías, diseño de guías de aprendizaje y unidades didácticas [2], [24], [26], [28], [31]. Sólo dos publicaciones profundizan en reflexiones históricas, epistemológicas o del discurso [25], [27] sobre este mismo campo conceptual. Sin embargo, no se encontraron publicaciones que asociaran la anterior categoría con la economía atómica, constituyendo una oportunidad para mediar la enseñanza de la química desde el desarrollo de estos dos campos del conocimiento.

Por lo anterior, surge el interés de profundizar en la enseñanza de la estequiometría desde una perspectiva de la economía atómica que permita contextualizar este campo del conocimiento maximizando la incorporación de todos los materiales usados durante un proceso químico. En consecuencia, esta investigación como componente de una tesis doctoral prevé abrir rutas en la construcción del conocimiento científico del docente y los estudiantes, que vinculen la enseñanza de la estequiometría desde una perspectiva de la economía atómica.

REFERENCIAS

- [1] L. Galagovsky, M. di Giacomo, S. A.-C. & E. (Bauru), and undefined, “Estequiometría y ley de conservación de la masa: lo que puede ocultar la simplificación del discurso experto”, *SciELO Brasil*, no. 2, pp. 351-360, 2015, doi: 10.1590/1516-731320150020006.
- [2] A. Raviolo and G. Lerzo, “Analogías en la enseñanza de la estequiometría: revisión de páginas web”, *Revista electrónica de investigación en ciencias (REIEC)*, vol. 9, no. 2, pp. 28-41, 2014.
- [3] M. Niaz and L. A. Montes, “Understanding stoichiometry: Towards a history and philosophy of chemistry”, Springer, Switzerland, pp. 125-140, 2017.
- [4] A. Raviolo, “Learning Stoichiometry with Spreadsheet Simulations”, *World Journal of Chemical Education*, vol. 7, no. 3, pp. 203-208, 2019, doi: 10.12691/wjce-7-3-3.
- [5] J. M. Petro, “Desarrollo de la argumentación frente al aprendizaje del concepto estequiometría en estudiantes del grado once”, Universidad Autónoma de Manizales, Colombia, 2020.
- [6] M. Naser and L. Flamini, “Empezamos una nueva unidad... ¿Estequio... qué?”, *sedici.unlp.edu.ar*, 2009.
- [7] P. J. González-García, C. Pérez-Méndez, and S. Figueroa-Duarte, “La enseñanza de la química desde la perspectiva de la Química Verde- The teaching of chemistry from the perspective of Green Chemistry”, *Revista Científica*, vol. 1, no. 24, p. 24, Jun. 2016, doi: 10.14483/udistrital.jour.rc.2016.24.a3.
- [8] R. Franco and C. Ordoñez, “El enfoque de química verde en la investigación en didáctica de las ciencias experimentales. Su abordaje en revistas iberoamericanas: 2002-2018 química verde”, *Educación Química*, 2020, Accessed: Jul. 06, 2021. [Online]. Available: <http://>

www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2020000100008

- [9] B. M. Trost, “Atom Economy—A Challenge for Organic Synthesis: Homogeneous Catalysis Leads the Way”, *Angewandte Chemie International Edition in English*, vol. 34, no. 3, Feb. 1995, doi: 10.1002/anie.199502591.
- [10] R. A. Sheldon, “Atom efficiency and catalysis in organic synthesis”, New York University, Bobst Library, 2000.
- [11] L. M. Oliveira, C. Merat, R. Aguiar Da Silva, and S. Gil, “Inserção do conceito de Economia Atômica no programa de uma disciplina de Química orgânica experimental”, *Quim. Nova*, Vol. 26, No. 5, pp. 779-781, 2003.
- [12] C. Navarro Corona and M. S. Ramírez Montoya, “Mapeo sistemático de la literatura sobre evaluación docente (2013-2017)”, *Educação e Pesquisa*, vol. 44, no. 0, nov. 2018, doi: 10.1590/s1678-4634201844185677.
- [13] I. Celaya, M. S. Ramírez-Montoya, C. Naval, and E. Arbués, “Usos del podcast para fines educativos. Mapeo sistemático de la literatura en WoS y Scopus (2014-2019)”, *Revista Latina*, no. 77, Jul. 2020, doi: 10.4185/RLCS-2020-1454.
- [14] F. García Sánchez, R. Therón, and J. Gómez-Isla, “Alfabetización visual en nuevos medios: revisión y mapeo sistemático de la literatura”, *Education in the Knowledge Society* 20, p. 44, 2019.
- [15] I. Marchán-Carvajal and N. Sanmartí, “Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: Aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica,” *Educ. Quim.*, vol. 26, no. 4, pp. 267-274, Oct. 2015, doi: 10.1016/j.eq.2015.06.001.

- [16] D. L. Parga Lozano and G. Y. Piñeros-Carranza, “Enseñanza de la química desde contenidos contextualizados,” *Educ. Química*, vol. 29, no. 1, p. 55, 2018, doi: 10.22201/fq.18708404e.2018.1.63683.
- [17] D. J. Lorduy and C. P. Naranjo, “Percepciones de maestros y estudiantes sobre el uso del triplete químico en los procesos de enseñanza-aprendizaje,” *Rev. Científica*, vol. 39, no. 3, pp. 324-340, Sep. 2020, doi: 10.14483/23448350.16427.
- [18] E. Montiel and A. Castillo, “Diseño de situaciones de aprendizajes. Una experiencia pedagógica en la asignatura química en el nivel de Educación Media General,” *Educación en Context*, vol. 2, no. 0, pp. 244-260, Venezuela.
- [19] S. Heroska Moraga Toledo, M. Espinet Blanch, and C. Gonzalo Merino Rubilar, “El contexto en la enseñanza de la química: Análisis de secuencias de enseñanza y aprendizaje diseñadas por profesores de ciencias de secundaria en formación inicial,” *Rev. Eureka sobre enseñanza y Divulg. las ciencias*, vol. 16, no. 1, pp. 1-14, 2018, doi: 10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1604.
- [20] A. Caamaño, “Enseñar química en contexto: un recorrido por los proyectos de química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad,” *Educ. Química*, vol. 29, no. 1, p. 21, Apr. 2018, doi: 10.22201/fq.18708404e.2018.1.63686.
- [21] T. Busquets, M. Silva, and P. Larrosa, “Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: Nuevas aproximaciones y desafíos,” *Estud. pedagógicos*, vol. 42, no. especial, pp. 117-135, 2016, doi: 10.4067/s0718-07052016000300010.
- [22] A. Bárcena, *Estudio de la influencia de una metodología investigativa de resolución de problemas en el aprendizaje de la química en alumnos de bachillerato*, Universidad Complutense de Madrid, 2015.

- [23] S. Z. Cura, M. F. Galeano, P. V. Palermo, and A. Peiretti, “*Enseñar y aprender Química en tiempos de conectividad*”, I Jornadas Inclusión Tecnol. Digit. en la Educ. Vet., 2018.
- [24] Y. A. Novoa Becerra, “Estrategias basadas en el uso de las TICs como herramienta para la enseñanza de la estequiometría”, Universidad de Los Andes, Venezuela, 2011. Accessed: Jul. 29, 2021.
- [25] L. Galagovsky, M. di Giacomo, S. Alí, and undefined 2015, “Stoichiometry and the law of mass conservation: what can be hidden behind the simplification of the experts’ discourse,” *Ciência & Educação*.
- [26] Á. M. Saldarriaga-Quintero and C. M. Correa-Osorno, “Propuesta de enseñanza aprendizaje para la interpretación de las relaciones estequimétricas a partir de una ecuación química balanceada”, Universidad de Antioquia, Colombia, 2005.
- [27] B. D. Bolívar, “Análisis histórico de las leyes de la conservación de la masa, una contribución a la comprensión de la equivalencia ya la formulación de relaciones estequiométricas”, Universidad Pedagógica Nacional, Colombia, 2020.
- [28] S. M. Obando-Melo, “Implementación de estrategias didácticas para la enseñanza de la estequiometría en estudiantes del grado once de enseñanza media”, Universidad Nacional de Colombia, 2013.
- [29] A. Mancilla-Rosas, “Diseño de una guía de aprendizaje sobre estequiometria utilizando la herramienta drive para estudiantes de 10° grado del municipio Palmar, Santander”, Universidad Francisco de Paula Santander, Colombia, 2017.
- [30] J. Villarreal-Rocha and L. Sánchez-Hernández, “Incidencia de la implementación de una unidad didáctica diseñada en el modelo de investigación dirigida en el aprendizaje de la estequiometría”, Universidad de Antioquia, Colombia, 2018.

- [31] A. Raviolo, “Simulando estequiometría con la hoja de cálculo: uso de la barra de desplazamiento Simulating stoichiometry with spreadsheet: use of the scroll bar”, *Journal of Science Education*, vol. 18, no. 1, pp. 30-34, 2017.

AUTORES

Claudia Patricia Naranjo Zuluaga

Química y Magíster en Educación, Universidad de Córdoba. Estudiante de Doctorado en Didáctica, Universidad Tecnológica de Pereira. Directivo docente de la IE Mercedes Ábrego Montería-Córdoba, experiencia docente en los niveles de la educación básica, media y superior colombiana. Docente de la Maestría en Didáctica de las Ciencias Naturales en el componente de investigación, Universidad de Córdoba, miembro del Grupo de Investigación en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, GICNEA, B-Colciencias.

Áreas de investigación: didáctica de las ciencias en general y de la química en particular, cognición, evaluación, química verde, TIC.

Natalia Ospina Quintero

Doctora de la Universidad de Buenos Aires, área Química Biológica, con tesis en didáctica de las ciencias. Licenciada en Química, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Miembro Grupo de Investigación en Aprendizaje y Didáctica de las Ciencias Naturales y la Química (GIADICIENQ), Instituto de Investigaciones en Didáctica de las Ciencias Naturales y la Matemática (CeFIEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Actualmente se desempeña como asesora didáctica en la Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas de la Universidad Simón Bolívar, sede Barranquilla, Colombia.

Áreas de investigación: historia y epistemología de la ciencia, didáctica de la química universitaria.

Danny José Lorduy Flórez

Farmacéutico, Químico y Magíster en Didáctica de las Ciencias Naturales de la Universidad de Córdoba, Colombia. Docente de Química en educación secundaria obligatoria, media académica y superior. Actualmente estudio los usos e interpretaciones del triplete químico durante la enseñanza y aprendizaje de la Química, así como los marcos conceptuales subyacentes y patrones de razonamiento químico de los estudiantes. Investigador en el Grupo de Investigación en Ciencias Naturales y Educación Ambiental (GICNEA) de la Universidad de Córdoba, Colombia.

Áreas de investigación: química teórica y computacional; educación en ciencias y tecnología; didáctica de la química y educación ambiental.



ENSEÑANZA DE LAS
CIENCIAS PARA EL ACTIVISMO
SOCIOPOLÍTICO: EL DILEMA
DE LOS PLÁSTICOS DE UN
SOLO USO EN COLOMBIA¹

Science education for sociopolitical activism:
Colombia's Single-Use Plastics Dilemma

Arango-Ramírez, James Stevan² y Galeano-Flórez, Carlos Albeiro³

-
- 1 Esta ponencia se deriva de la investigación titulada: Formación científica para la acción sociopolítica: una secuencia de enseñanza-aprendizaje para abordar la problemática de los plásticos de un solo uso en Colombia como una cuestión sociocientífica
 - 2 Universidad de Antioquia, profesor. Código ORCID. <https://orcid.org/0000-0002-4034-6626>. Contacto: james.arango@udea.edu.co
 - 3 Universidad de Antioquia, estudiante. Contacto: calbeiro.galeano@udea.edu.co

Resumen:

El propósito de este artículo es atender al nuevo llamado de Derek Hodson a ir más allá de la Educación CTS y promover el activismo sociopolítico en las clases de ciencias naturales. Para ello, se viene desarrollando una investigación en torno al dilema de los plásticos de un solo uso en Colombia como una cuestión sociocientífica. El objetivo general de la investigación es establecer algunas contribuciones de una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre los plásticos de un solo uso a la formación científica para la acción sociopolítica de los estudiantes.

En relación con aspectos de orden didáctico, diseñamos una secuencia de enseñanza-aprendizaje en la cual se hace especial énfasis en el contenido disciplinar, un componente motivacional, un nivel de reflexión y sobre todo la materialización de acciones respónsales e informadas tanto a nivel individual como colectivo. Entre las estrategias elegidas para el diseño de actividades se destacan el análisis de documentales y noticias desde el rol de periodista científico y hacer búsquedas de información en diversas fuentes para conocer el actual estado de la problemática en el país. Entre los resultados parciales tenemos que los estudiantes al conocer la clasificación de los plásticos y relacionar esto con aquellos de un solo uso, se dieron cuenta de la necesidad de reducir su consumo y promover su prohibición. Asimismo, los estudiantes han logrado reconocer los intereses políticos y económicos detrás de la comercialización de estos plásticos y a quiénes afecta o beneficia la toma de decisiones frente a este tema.

Palabras clave: enseñanza de las ciencias, cuestiones sociocientíficas, activismo sociopolítico, plásticos de un solo uso.

Abstract

The article purpose is to heed Derek Hodson's new call to go beyond education's CTS and promote socio-political activism in natural sciences classes. For this, an investigation has been developed around the dilemma of single-use plastics in Colombia as a Socio-scientific issue. The general

objective of the research is to establish some contributions of a teaching-learning sequence on single-use plastics to scientific training for the sociopolitical action of students.

In relation to aspects of the Didactic order, we designed a teaching-learning sequence in which special emphasis is placed on disciplinary content, a motivational component, a level of reflection and above all the materialization of responsive and informed actions both at the individual level, as in the collective. Among the strategies chosen for the design of activities, the analysis of documentaries and news stands out from the role of science journalist and searching for information in various sources to find out the current state of the problem in the country. Among the partial results, we have that the students, knowing the classification of plastics and relating this to those for single use, realized the need to reduce their consumption and promote their prohibition. Likewise, the students have managed to recognize the political and economic interests behind the commercialization of these plastics and who affects or benefits decision-making on this issue.

Keywords: science education, socioscientific issues, sociopolitical activism, single-use plastics.

I. INTRODUCCIÓN

Se puede decir que, en su momento, fue fundamental para nuestro país la introducción de reflexiones ciencia, tecnología, y sociedad en la educación en ciencias, a partir de la Ley General de Educación en 1994 y en el Plan Decenal de Educación 1996 en conjunto con la Educación Ambiental. El propósito de ello era fomentar la cultura científica y tecnológica a partir de una conciencia crítica hacia la investigación y la experimentación científica. En 2010, Quinteto [6]

Sin embargo, a medida que ha pasado el tiempo, diferentes autores han venido realizando críticas a la versión tradicional de este enfoque como en 2004, Hodson [3] quien destaca que se queda corto en especial respecto a las potenciales acciones que puedan llevar a cabo los estudiantes. Por su parte, en 2005, Zeidler, Sadler, Simmons & Howes [7] quienes plantean que no se centra explícitamente en las cuestiones ético-morales vinculadas en la toma de decisiones sobre la ciencia y la tecnología.

Las visiones mencionadas anteriormente, entre muchas otras, derivaron en propuestas como han sido el CTSA y las Cuestiones Sociocientíficas CSC que, a pesar de no estar oficialmente en los Estándares Básicos de Ciencias Naturales, han sido objeto de investigación en distintas universidades de nuestro país con experiencias educativas muy enriquecedoras, debido a su relación con aspectos clave como lo son: la argumentación, reflexiones sobre la naturaleza de la ciencia, educación para la ciudadanía responsable y para la paz.

Las CSC pueden definirse según en 2005, Zeidler, Sadler, Simmons & Howes [7] como dilemas o controversias sociales que tienen en su base nociones científicas, son asuntos polémicos y objeto de debate y en el que participan diversos agentes sociales -partidos políticos, colectivos de ciudadanos, medios de comunicación, organizaciones, comunidad científica, entre otros-.

En su último texto publicado en 2021, Hodson[4] plantea que a pesar de los avances que suponen las CSC en la enseñanza de la ciencia, como por ejemplo que: motiva a los estudiantes, personaliza el aprendizaje, mejora el aprendizaje del contenido científico, contextualiza la naturaleza de la comprensión de la ciencia e involucra a los estudiantes en situaciones basadas en problemas que ayudan al desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior; en muchas ocasiones los estudiantes y docentes se limitan a asumir posturas y hacer críticas, pero no llevan a cabo acciones tangibles y concretas, por ello propone la necesidad de construir un plan de estudios para el activismo sociopolítico.

Además, considera que a menudo los docentes que las llevan al aula se enfrentan a desafíos, pues pueden ir en contra de los supuestos en los que se basa tradicionalmente la escolarización y eso implica el compromiso de lograr un cambio social amplio, pero, sobre todo reconoce que es complejo su papel, pues debe hacer las veces de: organizador, facilitador, consultor, crítico amistoso, árbitro general en todo tipo de disputas y desacuerdos, entre otras funciones más.

Probablemente en Colombia, debido a las dinámicas que se dan en el contexto educativo, sea mucho más difícil abordar estas temáticas, pero aun así es necesario y urgente. Como lo plantea en 2015, Arango [1] “se pueden cambiar las practicas educativas tradicionales y contribuir a la apropiación de una cultura científica” (pág. 48). Pues en nuestro país nos hemos visto permeados por crisis sociales y ambientales asociadas a problemáticas como: la explotación minera, el *fracking*, el uso de agrotóxicos en la agricultura y erradicación de cultivos de uso ilícito, entre muchas más.

A propósito, la CSC que abordamos en el marco del proyecto se trata de la prohibición reducción de los plásticos de un solo uso. Los plásticos se convirtieron en una extensión de la vida cotidiana, los encontramos en los empaques de comestibles, elementos tecnológicos, incluso dentro del cuerpo, por mencionar algunos casos. Un aliado del ser humano que facilita la vida, pero que al ser un material de origen petroquímico de larga duración no se degrada tan fácilmente, lo que ha ocasionado durante

mucho tiempo grandes cantidades de residuos que aún perduran creando afectaciones enormes a los ecosistemas y a la misma calidad de vida del ser humano, convirtiéndose así en una amenaza latente y silenciosa que resulta preocupante.

Durante la actual emergencia sanitaria, aumentó considerablemente la utilización de plásticos de un solo uso. Por ejemplo, los establecimientos comerciales de comidas cerraron sus puertas al público, pero se incrementaron los domicilios mediante el uso de aplicaciones móviles. Otro ejemplo derivado de dicha crisis está relacionado con los implementos de bioseguridad -tapabocas y respiradores, guantes de Nitrilo, tapetes desinfectantes, caretas y gafas de seguridad, bolas y botellas, entre otros- para mitigar la propagación del Covid-19. Lo cual implica un aumento de residuos extra que está generando afectaciones denunciadas por diferentes organizaciones ambientales que afirman que no hay estudios científicos veraces que avalen este material como el mejor aislante del virus, lo cual estaría suponiendo un uso desmesurado e inútil por parte de los seres humanos de estos implementos que están causando daños aún inconmensurables y preocupantes al ambiente (Greenpeace, 2020).

La elección del dilema de los plásticos de un solo uso como una CSC por su importancia actual, nos lleva a plantear los siguientes objetivos de investigación:

Objetivo general

Establecer algunas contribuciones de una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre los plásticos de un solo uso a la formación científica para la acción sociopolítica de los estudiantes.

Objetivos específicos

- Identificar en los estudiantes, reflexiones sobre cómo los desarrollos científicos y tecnológicos tienen impacto a nivel social y ambiental, al tiempo que los intereses económicos y políticos permean la práctica científica.

- Reconocer en los enunciados de los estudiantes, reflexiones en torno a quienes afectan y benefician la toma de decisiones en relación con la reducción o prohibición de los plásticos de un solo uso en Colombia.
- Analizar las propuestas y acciones responsables e informadas en materia ambiental y social que plantean los estudiantes en relación con la reducción de los plásticos de un solo uso.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

En el marco de la investigación cualitativa y el estudio de caso instrumental como método, se viene desarrollando el estudio en la Institución Educativa República de Uruguay del municipio de Medellín, con estudiantes del grado sexto. Para cumplir con los objetivos planteados se desarrolló una secuencia de enseñanza-aprendizaje que según (en 2005, Membiela Iglesia [5] en 2010, Zenteno-Mendoza y Garritz [10]) estas secuencias son claves para el abordaje de CSC y hacer reflexiones CTSA, haciendo especial énfasis en el autoaprendizaje y el aprendizaje interactivo y colaborativo, pues hemos privilegiado la búsqueda de información por parte de los estudiantes y espacios de discusión y debate mediante juegos de rol. A continuación, detallamos algunas de las actividades desarrolladas con los estudiantes:

Encuentro 1. Discusión sobre beneficios y perjuicios causados por los plásticos en general mediante el uso de fotogramas e infografías.

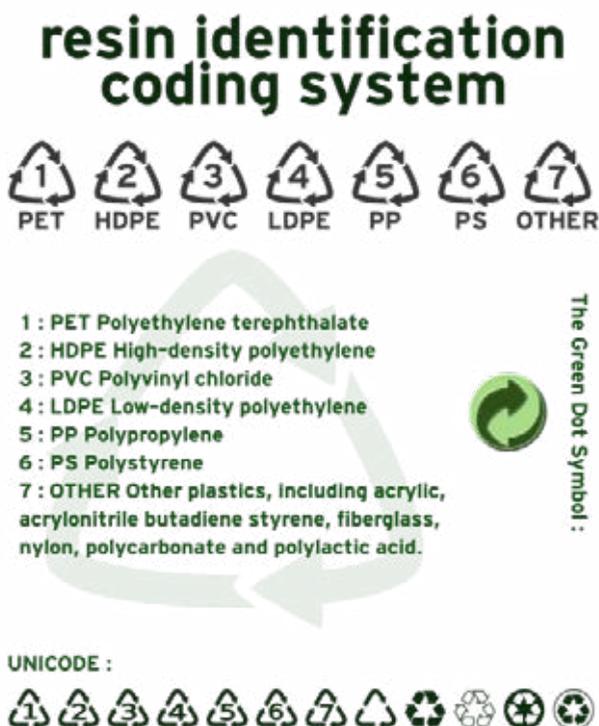
Imagen 1. Fotograma sobre beneficios y perjuicios de los plásticos de un solo uso.



Las bolsas de plástico son perjudiciales para los humanos, animales, plantas y el ambiente en general. Su degradación se completa en 700 años

Posteriormente, se le comparte a los estudiantes una infografía con la clasificación de los plásticos. La idea es que reconozcan cuáles son de un solo uso y si estos son reciclables o no. La respuesta es fundamental, pues va a determinar las acciones particulares a tomar frente a este tipo de plásticos (reducción o prohibición).

Imagen 2. Código identificador de resina, imagen de dominio público.



Fuente: <https://pixabay.com/es/>

Posteriormente, se plantean una serie de preguntas a los estudiantes para hacer una socialización:

- Realiza una lista con los plásticos de un solo uso que conozcas o hayas usado.
- ¿Cuáles problemáticas ambientales asocias con los plásticos de un solo uso?

- ¿Cuál es la responsabilidad de los fabricantes de los plásticos y de los consumidores?
- ¿Hay intereses económicos detrás de la producción y venta del plástico?
- Consulta qué medidas ha tomado el Gobierno colombiano para solucionar este problema.

Encuentro 2. Video foro Efecto Pirry: *La plaga del plástico de un solo uso.*

La sesión iniciaría con la presentación del documental corto *La plaga del plástico de un solo uso*: Esta fuente de información se caracteriza por problematizar las acciones que llevan a cabo para contaminar con plásticos de un solo uso al planeta y, a su vez, sugiere algunas acciones. Las preguntas claves que orientarán la discusión en este video foro son:

- ¿Quiénes se benefician y quiénes se afectan con la distribución y disposición final de los plásticos de un solo uso?
- ¿Consideras que tienes responsabilidad y has contribuido a esta problemática? ¿Qué has hecho?
- ¿Debemos abandonar por completo los plásticos de un solo uso o hay otra alternativa?
- ¿Consideras que el uso de los plásticos que facilitan nuestra vida es más importante que cuidar el ambiente?
- ¿Conoces algunas acciones para mitigar el impacto ambiental causado por estos plásticos? ¿Qué propones?

Encuentro 3. El plástico es un material, materialicemos nuestras acciones sobre él.

En esta actividad final se busca materializar algunas de las acciones propuestas por los estudiantes, la idea es promover en ellos tanto acciones directas como no usar los pitillos o las bolas, acciones indirectas asociadas a la creación de contenido digital (memes, podcast, vídeos, entre otros) y publicarlos en las redes sociales para divulgar sus posturas y transmitir sus mensajes.

Imagen3. Meme creado por un estudiante participante.



Los resultados y análisis

Como se puede apreciar, cada una de las actividades presentadas se diseñó con base en los objetivos de investigación:

En primer lugar, los estudiantes pudieron reconocer que el plástico como un desarrollo científico tiene un impacto social importante, tanto negativo como positivo. Respecto al impacto ambiental, presentaron emotividad y expresaron tristeza por saber cómo afecta la contaminación a los animales. Algunos estudiantes planteaban que las medidas contra el plástico de un solo uso han llegado tarde, pero reconocen que al menos hay un proyecto de ley para prohibirlos “esperamos que se cumpla”.

Frente a esa medida, los estudiantes reconocen que se pueden perder muchos empleos, porque hay comercio vinculado a estos plásticos, pero que prima el ambiente y la salud. “quizá no prohibirlos tanto, pero sí se deben reducir drásticamente”.

Precisamente, conocer el código identificador de resina, les permitió saber que muchos de los plásticos de un solo uso no son reciclables y se deben reducir, esto influyó en sus acciones y propuestas de acción.

Los estudiantes se comprometen con no usar: pitillos, bolsas, reciclar las tapas y botellas PET e incluso a disminuir el consumo de comida rápida “profe, pero es muy difícil”.

En la actualidad, se continua con el proyecto, se están grabando podcast y diseñando campañas de divulgación inicialmente en la Institución Educativa.

III. CONCLUSIONES

En relación con el cumplimiento de los objetivos de investigación, parcialmente podemos decir que algunas contribuciones a la formación científica fueron: apropiación de conocimiento científico relacionado con los plásticos como materiales, su clasificación, sus efectos sociales y ambientales, además de claridades en torno al reciclaje. Otra contribución está asociada con reflexiones sobre la naturaleza de la ciencia, pues los estudiantes además de reconocer las implicaciones sociales y ambientales del plástico como un producto de la ciencia, reconocieron también algunos intereses económicos detrás de su producción y disposición final.

Las preguntas planteadas, que fueron basadas en las recomendaciones de Hodson (2021), demandaron una buena búsqueda de información por parte de los estudiantes, esta fue orientada por los investigadores. Sin embargo, los estudiantes presentan algunas dificultades en la comprensión de ciertas aseveraciones planteadas por los autores, pero con las orientaciones se pudo mejorar su comprensión.

Algunos estudiantes expresan su preocupación por las personas que se pueden ver perjudicadas por la prohibición de estos plásticos y debaten sobre si debe ser reducción o prohibición.

Respecto a las acciones sociopolíticas, resulta clave que éstas sean responsables e informadas, los estudiantes han realizado compromisos, pero deben llevarlos a cabo. Estamos a la expectativa de la creación de material digital para divulgar sus conocimientos e invitar a otras personas a actuar.

Para finalizar, debemos reconocer que la experiencia ha sido satisfactoria, pero al tiempo difícil. A pesar de que hay buenas fuentes de información y es una problemática muy visible para los estudiantes, a veces era difícil generar interés en ellos, además estas actividades eran muy demandantes de tiempo y esfuerzo tanto para los estudiantes como para los docentes, pero creemos que este es el camino. Asociar conceptos con problemáticas reales y del contexto de los estudiantes para promover acciones con conocimiento científico de base.

REFERENCIAS

- [1] J. S. Arango, “Apropiación de una cultura científica para la ciudadanía responsable: un propósito urgente en el contexto colombiano”, *Revista Do-Ciencia Universidad del Tolima*, número 3, pp. 46-49, 2015.
- [2] Greenpeace “No hay evidencia científica de que los plásticos de un solo uso sean la opción más segura para mitigar el contagio del COVID-19”, en <https://www.greenpeace.org/colombia/noticia/issues/contaminacion/no-hay-evidencia-cientifica-de-que-los-plasticos-de-un-solo-uso-sean-la-opcion-mas-segura-para-mitigar-el-contagio-del-covid-19/>
- [3] D. Hodson, “Going Beyond STS: Towards a Curriculum for Sociopolitical Action”, *Science Education Review*, v3 n1, pp. 2-7, 2004.
- [4] D. Hodson, “Going Beyond STS Education: Building a Curriculum for Sociopolitical Activism” in *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, volume 20, pp. 592-622, 2021.
- [5] P. Membiela-Iglesia, “Reflexión desde la experiencia sobre la puesta en práctica de la orientación ciencia-tecnología-sociedad en la enseñanza científica, *Educación Química*, volumen 16, N° 3 pp. 404-409, 2005.

- [6] C. A. Quintero, “Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): perspectivas educativas para Colombia”, *Revista Zona Próxima. Instituto de Estudios en Educación*, Universidad del Norte, n.º 12,1-19, 2010.
- [7] D. L. Zeidler, T. D. Sabler, M. L. Simmons & E. V. Howes, “Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education”, *Science Education*, 89(3), pp. 357-377., 2005.
- [8] B. Zenteno-Mendoza & A. Garritz, “Secuencias dialógicas, la dimensión CTS y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la química”, *Revista Eureka Enseñanza. Divul. Cien*, 7(1), pp. 2-25, 2010
- [9] G. Prieto La Rotta,”(2018, oct21). La plaga del plástico de un solo uso” [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=EbQTURosI0g>.

AUTORES

James Stevan Arango Ramírez

Magíster en Educación, profesor y Coordinador Semillero de investigación Almagesto, Investigador grupo ECCE, Facultad de Educación, Universidad de Antioquia.

Áreas de investigación: TIC, cibercultura, enseñanza de las ciencias, enfoque CTSA, cuestiones sociocientíficas.

Carlos Albeiro Galeano Flórez

Estudiante de licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Áreas de investigación: CSC, enseñanza-aprendizaje de las ciencias.



EL AVISTAMIENTO DE AVES COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES¹

Bird watching as a didactic
strategy in species conservation.

Giraldo-Montoya, Luisa Fernanda² y Osorio-Zuluaga, Héctor Jairo³

1 Este artículo es el resultado de una tesis de Maestría titulada El avistamiento de aves como estrategia didáctica en la conservación de especies. Realizada entre agosto del 2020 y junio de 2021. Institucion Educativa Maltería, Manizales, Caldas, Colombia.

2 Universidad Nacional de Colombia; código ORCID: 0000-0002-7151-7061.
Contacto: lugiraldom@unal.edu.co.

3 Universidad Nacional de Colombia; código ORCID: 0000-0002-0227-588X.
Contacto: hjosoriozu@unal.edu.co.

Resumen

El maltrato animal, la poca conservación y la extinción de especies, son actos de crueldad contra los animales en nuestro medio social, pues la falta de valores positivos a favor de una especie, hace que se generen comportamientos violentos hacia estas; de ahí parte el diseño de una unidad didáctica, como estrategia central “Avistamiento de aves”. Esta se desarrolló con 18 estudiantes de media académica, de la Institución Educativa Maltería, de carácter público, ubicada en la zona industrial y rural del corregimiento Río Blanco perteneciente al Municipio de Manizales. La unidad didáctica se basó en el modelo Escuela Nueva; la cual busca generar competencias y habilidades en los estudiantes como observar, identificar, indagar, reconocer, explicar fenómenos o situaciones presentes y emplear el uso comprensivo del conocimiento científico, en la mejoría de actitudes, aptitudes y conductas de respeto hacia el medio ambiente, permitiendo también potenciar sus capacidades de manera significativa.

La estrategia abordada, se basa en los Derechos Básicos de Aprendizaje de ciencias naturales, la cual consiste en observación de aves, la relación con conservación de especies y ecosistema. Dentro de la metodología se involucran parámetros cuantitativos por medio de porcentajes y gráficas; y cualitativo mediante lenguaje verbal y escrito a través del diario de campo, como instrumento de recolección de información del trabajo realizado por los estudiantes donde se evidencian las competencias científicas de los temas orientados, logrando también una relación sistemática en el avance del conocimiento, capacidades y mejoras en el aprendizaje.

Adicional a los resultados obtenidos, en las diferentes actividades planeadas y desarrolladas por los estudiantes de secundaria, surge una nueva unidad didáctica en base al avistamiento de aves, para los estudiantes de educación básica primaria, propuesta por los compañeros participantes de secundaria; la cual hace énfasis en el derecho básico de aprendizaje (DBA) número 7.

Palabras claves: Aves, conservación, especies, unidad didáctica, enseñanza y aprendizaje.

Abstract

Animal abuse, poor conservation and extinction of species, are acts of cruelty against animals in our social environment, since the lack of positive values in favor of a species, causes the generation of violent behavior towards them; hence the design of a didactic unit, as a central strategy “Bird watching”. This was developed with 18 middle school students of the public Maltería Educational Institution, located in the industrial and rural area of the township of Río Blanco in the municipality of Manizales. The didactic unit was based on the Escuela Nueva model, which sought to generate competencies and skills in the students such as observing, identifying, investigating, recognizing, recognizing, explaining phenomena or present situations and employing the comprehensive use of scientific knowledge, in the improvement of attitudes, aptitudes and behaviors of respect towards the environment, allowing also to enhance their capacities in a significant way.

The approached strategy is based on the Basic Learning Rights of natural sciences, which consists of bird watching, the relationship with conservation of species and ecosystem. Within the methodology, quantitative parameters are involved by means of percentages and graphs; and qualitative by means of verbal and written language through the field diary, as an instrument of information collection of the work done by the students where the scientific competences of the oriented topics are evidenced, also achieving a systematic relationship in the advancement of knowledge, capabilities and improvements in learning.

In addition to the results obtained in the different activities planned and developed by the high school students, a new didactic unit based on bird watching arises for elementary school students, proposed by the participating high school classmates, which emphasizes the basic learning right (DBA) number 7.

Keywords: Bird, conservation, species, didactic unit, teaching and learning.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo urbano constituye un desafío para muchas aves, pues transforma su ecosistema natural, pero de cierto modo la urbanización actúa como una oportunidad de adaptación para algunas de ellas, que colonizan y aprovechan los recursos proporcionados por los humanos, [1].

En la sociedad que se vive, las aves muestran una ajustada relación con las características estructurales y diversidad florística de los ecosistemas; considerables estudios han demostrado que la composición y la estructura física de estos, son componentes marcados por abundancia de especies que se encuentran en el entorno vivo.

Las aves son claves en los ecosistemas como agentes dispersores, controladores de plagas, indicadores de riqueza biológica y de condiciones ambientales en un contexto; presentan gran valor ecológico y cultural, permiten incrementar el conocimiento científico y la comprensión del hábitat de las especies.

Es así como el observador de aves desarrolla una relación social con la naturaleza y las especies; generando una fuente de conocimiento [2].

Lo anterior se puede aprovechar como método de enseñanza y aprendizaje en la educación, pues genera interés en el desarrollo de aspectos biológicos y ecológicos, que establecen una formación y sensibilización del medio ambiente para la conservación [3].

De acuerdo a lo anterior, el generar estrategias hacia competencias en ciencias naturales, permite un potencial formativo, en el cual exista una capacidad crítica, reflexiva, analítica, de conocimientos técnicos y habilidades, que posibilitan la formación científica para el progreso de aptitudes [4].

Según el autor [5] los estudiantes se educan con ciertos conocimientos en ecología, pero no cuentan con los comportamientos proambientales que se necesitan para actuar frente a la defensa y conservación de las especies.

Partiendo de lo anterior, se pueden enfocar diferentes modelos de enseñanza, los cuales evidencian problemáticas socio ambientales donde se relacionen los conceptos biológicos, que involucran la solución de problemas ambientales dentro o fuera del aula de clase. [6].

Las prácticas pedagógicas donde se incluya el avistamiento de aves, crean escenarios propios que fortalecen el proceso de enseñanza y aprendizaje en sensibilización, concientización, predisposición por el cuidado y protección de las especies; lo que forma apreciación, admiración por lo vivo y logra estimular la atracción por lo natural, ejerciendo la observación directa y de contacto con la naturaleza en las personas.

En este sentido, [7] se resalta que la enseñanza y aprendizaje, lleva a los estudiantes a integrar de una manera mas compleja los procesos de tipo ambiental que observan en el contexto, lo que hace que trasciendan sus ideas previas y exploren las interacciones que se presentan en la flora y la fauna.

Por consiguiente, se diseño una unidad didáctica basada en el avistamiento de aves bajo el modelo de Escuela Nueva, para el aprendizaje y conocimiento de conservación de especies en el ecosistema.

Igualmente, se desarrolla de manera similar otra unidad didáctica enfocada en la observación de aves, en un proceso donde participan los estudiantes de secundaria como facilitadores en la resolución de problemas de las competencias presentes desde los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) de ciencias naturales en estudiantes de básica primaria, fomentando en ellos actitudes ambientales, en espacios ecológicos, rurales y urbanos, para la conservación del hábitat.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

La estrategia se desarrolló, en la Institución Educativa Maltería sede principal, del Municipio de Manizales (Caldas), ubicada en el kilómetro 13 vía al Magdalena, en un sector rural de la ciudad, participaron 18 estudiantes de educación media los cuales se encontraban trabajando la investigación por un período de 2 años.

En años anteriores, de acuerdo a los análisis de los resultados de las pruebas Icfes de los años (2019-2020), se evidenció que los estudiantes, presentaban dificultades en la estructura y relación de un conjunto de aprendizajes, como el maltrato animal, conservación y extinción de las especies en los ecosistemas, lo que hace notar que las competencias en el área de las ciencias naturales como lo son: indagación, uso comprensivo del conocimiento científico y explicación de fenómenos, no fueron alcanzados de manera satisfactoria de acuerdo a los niveles esperados.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por los estudiantes, se planteó la estrategia y fue dividida en las siguientes fases:

Fase uno: se conformó el grupo focal con el cual se trabajó sobre el avistamiento de aves, como estrategia de conservación de especies y realización de salidas de campo, de manera exploratorio para el reconocimiento del ecosistema de la zona.

En la fase dos, se identificó la estrategia para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje para la conservación de especies y la metodología de modelo Escuela Nueva, para el desarrollo de la unidad didáctica sobre el avistamiento de aves como estrategia de conservación de especies, fortalecida por las salidas y diario de campo.

En la fase tres, se diseñó la guía de observación para el registro y reconocimiento de las diferentes características de aves que podían observar; así mismo se elaboró una prueba para la identificación de presaberes de aves y conservación de especies en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales; y como último el diseño de la unidad didáctica siguiendo los

pasos del modelo de Escuela Nueva y los DBA de ciencias naturales propuestos por Ministerio de Educación Nacional.

En la fase cuatro, se ejecutó en su totalidad la unidad didáctica con los estudiantes del grado once; a pesar de la situación de sanitaria que esta enfrentando el mundo del COVID-19; la motivación de los estudiantes permitió el desarrollo de diferentes actividades propuestas; se recolectó la información pertinente para analizar y evaluar dicha unidad.

Finalmente, las actividades planteadas en la unidad didáctica fueron desarrolladas en el diario de campo, el cual fue una herramienta que contribuyó al fortalecimiento de las competencias, el conocimiento, la apropiación y el interés sobre el avistamiento de aves hacia la conservación de las especies; estimulando también, la capacidad de asombro en los estudiantes, promoviendo clases prácticas y novedosas, notando así un nivel de excelencia y satisfacción en los estudiantes.

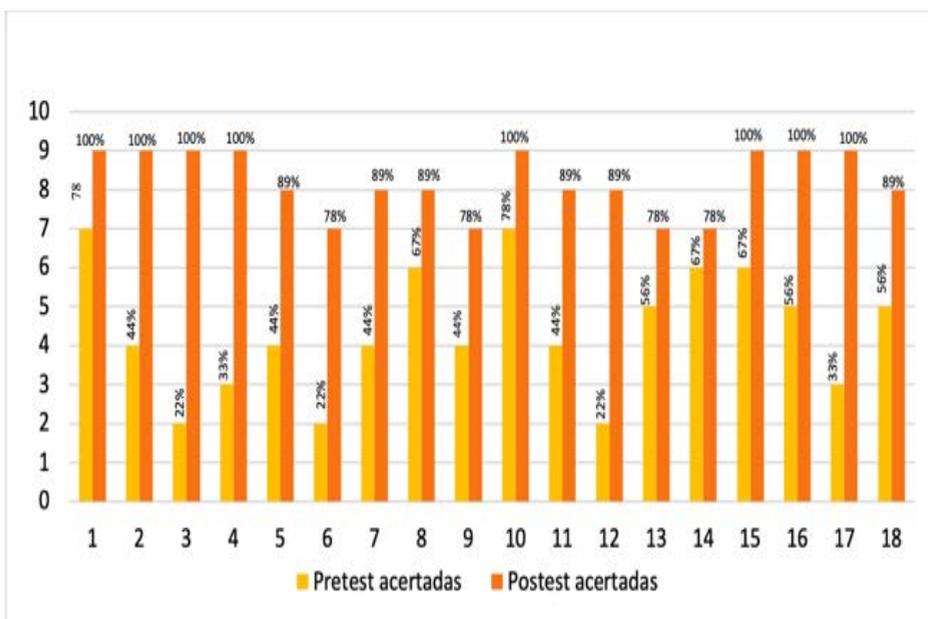
El diseño de pruebas, para ser aplicadas luego de ejecutar la unidad didáctica hicieron parte, pues estas se desarrollaron bajo dos momentos; el primero cualitativo con la estrategia del diario de campo, en donde se registraba la evolución y estructuración de los conceptos orientados; y el momento dos cuantitativo, el desarrollo de una prueba para aplicar antes y después de la estrategia con los temas de maltrato, conservación y extinción de las especies; tomadas del Instituto Colombiano para la Evaluación de la Calidad de la Educación Icfes, en el área de ciencias naturales. Todo esto se realizó con el de percibir las mejorías frente a las ideas previas y dificultades que se presentaban desde el comienzo. Las pruebas arrojaron un progreso conceptual positivo en todos los estudiantes, reconociendo de esta manera la transformación de formas activas, creativas para aprender y enseñar las ciencias; reflejaron también el aprendizaje de conceptos de ecosistema y conservación de las aves, relacionándolos con la indagación, la explicación de fenómenos y el uso comprensivo del conocimiento científico.

Para una mayor comprensión de los análisis de los resultados, se tomó la rúbrica del diario de campo utilizada, la cual presentaba unos criterios como autonomía, la apropiación del aprendizaje y la búsqueda de

información; lo cual demostró en los estudiantes el desempeño y fortalezas en el desarrollo de las actividades, que se ejecutaban progresivamente, para el aporte del conocimiento, de conceptos y temas básicos de las ciencias naturales.

Así mismo, se desarrollaron dos pruebas, (Gráfica1); lo cual representa que el 44 % de los estudiantes responden de manera correcta indicando un avance total, en la apropiación perfecta respecto a los temas de maltrato animal, conservación y extinción de especies; y de igual forma, en las competencias que se plantean en las preguntas, como lo es el uso comprensivo del conocimiento científico, la explicación de fenómenos y la indagación; así mismo, 33% de los estudiantes avanzaron, venciendo las dificultades que presentaban en el momento de relacionar conceptos, teorías, fenómenos y situaciones problemas planteados, finalmente los 23% estudiantes restantes, presentaron una apropiación respecto a lo trabajado en la estrategia didáctica.

Gráfica.1. Comparación de avance porcentual de preguntas Pretest y postest.



Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la estrategia, se elaboró un test de Likert, que indicara el grado de satisfacción con la unidad didáctica planteada; este estaba conformado por 9 afirmaciones divididas en tres variables: diseño, enseñanza, aprendizaje.

Rúbrica 1. Test de Likert

Test de Likert

El siguiente test se aplica con el fin de determinar el nivel de satisfacción de los estudiantes con respecto a la Unidad Didáctica "Avistamiento de aves hacia la conservación de especies". De acuerdo a esto se establecieron unas afirmaciones y una escala de satisfacción.

Instrucciones del test: Lea detenidamente las afirmaciones que se encuentran en la hoja y marque con una X el nivel de satisfacción correspondiente, haciendo relación a los emojis que se presenta a continuación.



Afirmaciones					
1. DISEÑO					
Me sentí a gusto trabajando el tema de Ecosistema y conservación de aves con la Unidad didáctica.					
Considero los videos, imágenes explicativas y explicación teórica presentada fue agradable.					
Considero útil aprender con esta Unidad Didáctica.					
Me sentí a gusto en el desarrollo de las diferentes actividades propuestas en la Unidad Didáctica.					
2. ENSEÑANZA					
Me gustaría volver a utilizar este método de enseñanza en diferentes temas de Ciencias Naturales					
Las clases fueron demasiado agradables y fortalecieron mi conocimiento					
3. APRENDIZAJE					
La Unidad Didáctica me motivo aprender mas sobre Ecosistema y conservación de las aves					
Sentí que las imágenes explicativas, vivencias, trabajos prácticos ayudaron a mi aprendizaje.					
Estoy satisfecho con el aprendizaje sobre Ecosistema y conservación de las aves					

Fuente: Elaboración propia

La intención de esta prueba era reconocer y evidenciar el nivel de agrado de los estudiantes frente a los componentes de la unidad didáctica;

en lo cual se encontró que los estudiantes consideraban que el material utilizado como videos, audios, imágenes explicativas y explicación teórica-práctica, aportaban al conocimiento, entendimiento y desarrollo de la unidad didáctica abordada; de igual forma corroboraron que la utilización de estas estrategias hacían que las clases fueran mas entendibles, agradables y fortalecieran la enseñanza y aprendizaje conllevando a la motivación y las ganas de aprender los diferentes conceptos y temas trabajados por medio de medio vivencias, explicaciones y trabajos prácticos.

Es así, como el realizar avistamiento de aves, aporta en los estudiantes una comprensión en la variedad de manifestaciones que suceden en la naturaleza, desarrollando competencias como lo son la observación, indagación, análisis de resultados, deducción, explicación de fenómenos y uso comprensivo del conocimiento científico, y así mismo habilidades de pensamiento científico y reflexivo. Todo esto conlleva al estudiante a una motivación por el interés de apreciar y valorar el entorno, lo que proporciona nuevo conocimiento, experiencias y relaciones directas con las diferentes situaciones naturales.

III. CONCLUSIONES

Se determinó, que el avistamiento de aves generó inicialmente un gran interés el cual se fue acrecentando a medida del desarrollo de la unidad didáctica, logrando de esta manera conceptualizar los temas de maltrato, conservación y extinción de las especies; y así mismo el fortalecimiento de las diferentes competencias de ciencias naturales.

En la implementación de la Unidad didáctica, los estudiantes despertaron curiosidad por aprender, conocer el proceso de enseñanza y aprendizaje, por medio de material didáctico, recursos interactivos y diferentes espacios que llevaban al avance del conocimiento.

Teniendo en cuenta, el aporte de los estudiantes del grado once frente a la Unidad Didáctica desarrollada con el DBA número 5, se proyecta el diseño de una misma estrategia para el grado cuarto de básica primaria

con el DBA numero 7 en ciencias naturales, lo cual, favorece el proceso de enseñanza y aprendizaje hacia conservación de especies.

REFERENCIAS

- [1] D. Gil, and H. Brumm, Avian urban ecology. Behavioural and physiological adaptations. *Ed. Oxford University Press*, 2013.
- [2] R. Ávila Penagos, "La observación: una palabra para desbaratar y resignificar (Hacia una epistemología de la observación", *Pedagóg. saberes*, n.º 20, p. 97.106, ene. 2004.
- [3] R. García López, Plan de educación ambiental para el desarrollo sostenible en los colegios de la institución La Salle, Tesis Doctoral, Universidad de Valencia, España, 2010.
- [4] C. Hernández, ¿Qué son las competencias científicas? Foro Educativo Nacional, 1-30. (2005).
- [5] C. Pasquali, D. Bueno, and B. Ochoa, Propuesta para una estrategia didáctica en educación ambiental: La observación de aves, *Revista Educere*, 15(52), 543-650, 2011.
- [6] R. Sabogal, and M. Jiménez, El humedal Jaboque como espacio vivo de enseñanza aprendizaje a partir del aspecto socio ambiental desde las concepciones de los estudiantes del grado séptimo jornada tarde en la IED Antonio Villavicencio de Bogotá, Tesis de Maestría, Universidad Pedagógica Nacional 2014.
- [7] A. Argudo, La educación ambiental en el proceso de enseñanza Aprendizaje para los estudiantes de octavo año de Básica del Colegio Dr. Modesto Carbo Noboa del cantón Guayaquil, Tesis de Maestría, Universidad de Guayaquil, 2012.

AUTORES

Luisa Fernanda Giraldo Montoya

Magister en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional sede Manizales; Licenciada en Biología y Química, de la Universidad de Caldas. Docente de Biología y Química en secundaria y media en la Institución Educativa Maltería de Manizales; área de investigación Biología.

Héctor Jairo Osorio Zuluaga

Doctor en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; Profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; director Departamento de Física y Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Docente Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Investigador Asociado Colciencias.

Áreas de investigación: Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Exactas y Naturales, Química Orgánica.



MAPAS MENTALES PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA GENÉTICA MENDELIANA EN ESTUDIANTES DE SECUNDARIA CON TRASTORNO DE DÉFICIT DE ATENCIÓN TDA¹

*Garzón Hernández, Andrea¹, Osorio Zuluaga, Héctor Jairo²
y Giraldo Arbeláez, Jorge Eduardo³*

1 Estudio realizado para aplicar al título de Magister en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad de Nacional de Colombia. Título Mapas mentales para la enseñanza y aprendizaje de la genética Mendeliana en estudiantes de secundaria con trastorno de déficit de atención TDA.

Resumen:

La dificultad que presentan los estudiantes para mantener la atención frente actividades académicas (TDA) se hace más común en el aula de clase. Propiciar espacios de creatividad, expresión de ideas y gráficos, a través de los mapas mentales permite a estos relacionar con mayor facilidad conceptos con su entorno, promoviendo autoconfianza y la motivación necesaria hacia un verdadero proceso de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, se diseñó una secuencia didáctica con los conceptos de genética Mendeliana, asociado a varias actividades, las cuales finalizaban con la elaboración de mapas mentales como herramienta de evaluación. La propuesta se desarrolló en el Colegio Seminario Redentorista San Clemente María Hofbauer de la ciudad de Manizales, a un grupo de 36 estudiantes del grado noveno, de los cuales el 20% diagnosticados con TDA. La secuencia didáctica fue implementada bajo la modalidad de alternancia, lo que no afectó el desarrollo de ésta; los resultados indicaron de forma generalizada que estudiantes con y sin déficit de atención presentaron mejoras en aspectos como: el desarrollo de las guías de trabajo, preparación de exámenes y manejo en los tiempos de concentración, que se refleja en una mayor elaboración de los conceptos de genética Mendeliana.

Palabras clave: Inclusión - TDA - Mapas Mentales – Aprendizaje - Biología.

Abstract:

The difficulty that students face in maintaining attention during academic activities called Attention Deficit Disorder (ADD). This generates challenges in current education. Mind maps allow space for creativity, expression of graphic ideas, even leads to a more easily related concept with their environment, maintaining confidence and motivation in the teaching and learning process. In this sense, a didactic sequence was developed with the concept of Mendelian genetics, associated with several activities, which ended with the elaboration of mental maps as an evaluation tool. The methodology was applied at the Seminario Redentorista San Clemente



María Hofbauer School in the city of Manizales, to a group of 36 ninth-grade students, 20% of them were diagnosed with (ADD). The didactic sequence was implemented under the alternation modality, which did not affect their development, the results indicated in a general way that students with and without attention deficit disorder showed improvements in the development of work guides, exam preparation and management in concentration times. This reflected in a greater conceptualization of Mendelian genetics.

Keywords: inclusion, ADD, mental maps, learning, biology.

I. INTRODUCCIÓN

Los mapas mentales o conceptuales son una herramienta que va tomando fuerza en la educación actual, facilitan por medio de los gráficos tener un apoyo que permita organizar las ideas que se pueden generar después de leer u observar videos educativos, también facilita resumir mucha información en términos y conceptos claves, que permitan el paso del conocimiento de la memoria operativa a la memoria inactiva o secundaria, en especial con estudiantes con trastornos como el TDA. El uso de los mapas mentales como integración de la pedagogía y la biología para mejorar la experiencia del aprendizaje en el aula de estudiantes con TDA en el área de la biología, logrando mejorar su experiencia al generar conocimientos significativos y de interés para estos estudiantes.

Justificación

Los retos generados por el Ministerio de Educación Nacional en el ámbito de una educación inclusiva a través del decreto 1421 señala como encargados a los principales entes educativos del país como: secretarías de educación, establecimientos educativos, familias, estudiantes... [1] Es así como entes certificados en educación en el país deben generar nuevas herramientas pedagógicas y más que herramientas proyectos educativos en los cuales se tenga presente la población con limitaciones cognitivas o físicas, las cuales faltan por incluir.[1]

La nueva generación de jóvenes que encontramos en las aulas presenta una gran diversidad de géneros, etnias, creencias, actitudes y ciertas limitaciones que permiten cuestionar y replantear la forma de educación y enseñanza tradicional, Por lo cual se busca desarrollar una educación inclusiva que permita mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en los jóvenes.

Lograr una educación socioafectiva que motive y potencie sus procesos de enseñanza y aprendizaje, donde el estudiante se sienta con la libertad de preguntar y expresarse mejorando su desarrollo emocional y académico.

Durante esta investigación realizada en el Colegio Seminario Redentorista San Clemente María Hofbauer de la ciudad de Manizales, se diseñó una secuencia didáctica para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el área de Biología, con la creación de guías diferenciadas que permitan captar mayor atención de los estudiantes con TDA, así mismo busca que los docentes propicien un ambiente socioafectivo y de empatía con sus estudiantes y proporcionar un ambiente socio-afectivo que mejore la calidad de educación.

Antecedentes

Desarrollar escuelas inclusivas no es tarea fácil: la diversidad de barreras presentes dentro y fuera de las escuelas, sus hogares, la comunidad, las políticas educativas entre otras como la falta de capacitación y de recursos disponibles que tienen los docentes en los procesos de inclusión. [2]

La evaluación diagnóstica que debe recibir un niño o adolescente en contexto educativo requiere de la aplicación de diferentes pruebas psicotécnicas que permitan revisar la capacidad cognitiva, sus necesidades psicoeducativas y afectivas. [3] equipo de especialistas, docentes y padres de familia diseñan un plan educativo que flexibilice permitiendo al estudiante afianzar su seguridad en las diferentes etapas de su desarrollo

El colegio Seminario Redentorista. Basado la ley 115 de 1994 planteo acciones pedagógicas que atendieran a los estudiantes con dificultades cognitivas; con programas más claros y asertivos que garanticen el ejercicio efectivo de los derechos de las personas con discapacidad mediante la adopción de medidas de inclusión, ajustes individuales se hace un seguimiento, lo que está bien definido en el PEI institucional.

Las alternativas planteadas por diversos autores con el fin de conocer las dificultades y necesidades que presenta la población de jóvenes con Déficit de Atención, a continuación, se indican investigaciones planteadas por algunos autores que describen las necesidades y dificultades que presentan los estudiantes con déficit de atención

el trastorno por TDA/H es uno de los problemas neurológicos con más frecuencia en la población infantil. [4]. Los que pueden ser congénitos o desarrollados por factores ambientales que afectan el desarrollo cognitivo de los dicentes y de alteración de su personalidad; de ahí es conveniente realizar una atención oportuna en estudiantes con TDA con más oportunidades y herramientas en el desarrollo de aprendizajes e integración social.

Algunos elementos claves para la educación inclusiva se basan en la presencia, colocación, participación y logros de los estudiantes. [5] los docentes deben utilizar siempre herramientas y técnicas que cautiven los intereses y la motivación de estos. En este sentido [6], propone una visión integral y completa de la realidad de la población estudiantil que genere una motivación significativa frente al potencial cognitivo del niño; Es importante tener en cuenta: 1) no tomar la conducta del estudiante como algo personal. 2) La existencia de un problema médico, cambiar no depende solamente de la voluntad del niño. 3) los castigos constantes o descalificaciones en público no son de gran ayuda. 4) Mantener un contacto estrecho con los padres y profesionales que atienden al niño.

[7] Lo anterior y mediante una comunicación asertiva el docente podrá realizar la planeación de sus clases adaptándose al ritmo de trabajo de sus estudiantes con dificultades, con lo cual no se trata de reducir el nivel de exigencia, sino de modificar las condiciones en las que se desarrollará la clase. En los procesos de autorregulación del estudiante, por ejemplo, una tarea diseñada para 1 hora se puede dosificar en 4 momentos que le permitan al estudiante manejar y distribuir su tiempo manteniendo su interés.

Basado en lo anterior, los mapas mentales son métodos escritos y gráficos que permiten crear, motivar, indagar; al mismo tiempo, compartir conocimiento propio o adquiridos a través de los aprendizajes escolares. Estos proporcionan la adquisición de memorias fotográficas conceptos e ideas dentro de una tarea o aprendizaje. Varios estudiantes atribuyeron el divertido aspecto y la oportunidad de ser creativos cuando hacían mapas

mentales a través de la elección de color, símbolos, palabras clave y diseño.
[8]

Igualmente, en otros trabajos se afirma que los mapas mentales pueden llegar a desarrollar inteligencias múltiples por medio del pensamiento radial y ordenada, [9] generalmente tienen una perspectiva diferente sobre la forma de percibir las cosas y la información; como consecuencia se desarrollan habilidades conceptuales.

Descripción del problema

Teniendo en cuenta que los sistemas escolares sean más amigables, con una amplia cobertura educativa, con una visión que permita minimizar las barreras de todos los estudiantes vulnerables a ser sujetos de exclusión, no sólo aquellos con discapacidad o categorizados con necesidades educativas especiales [2]. Todo esto debe generar cambios en los procesos evaluativos con una flexibilización en las habilidades socioemocionales de las diferentes áreas del saber. El docente debe generar a través del aprendizaje un ambiente de confianza y motivación que le permita al estudiante sentirse acompañado y aceptado, además la familia debe estar de la mano con este proceso para lograr generar cambios cognitivos y actitudinales de los jóvenes.

Apoyado en las ideas discutidas, se plantea la siguiente pregunta:

¿Cómo construir mapas mentales como estrategia de enseñanza y aprendizaje del concepto de genética Mendeliana en estudiantes de grado 9º con y sin TDA del Colegio Seminario Redentorista San Clemente María Hofbauer?

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

IncurSIONAR en la enseñanza de estudiantes con TDA o procesos de inclusión, genera un grado dificultad en la planeación docente pues se deben construir guías diferenciadas para la población estudiante; es así que en este estudio se realizaron adaptaciones en la secuencia didáctica

que permitió lograr aprendizajes significativos en la conceptualización de genética Mendeliana con el acompañamiento institucional y de sus familias, en estudiantes con y sin TDA.

Se flexibilizaron los procesos de evaluación con la estrategia de los mapas mentales, se identificó una apropiación de conceptos de genética Mendeliana, al igual que la motivación y el interés en el proceso.

Este estudio contó con el acompañamiento de un grupo de psicorientación de la institución educativa que caracterizo a los jóvenes basándose en el diagnóstico de psicología y psiquiatría infantil, a un grupo de estudiantes del grado noveno de la institución identificados:

Estudiante 1: Asperger.

Estudiante 2: TDA predominio inatento, alteraciones leves en atención y memoria, bajo desempeño en comprensión verbal.

Estudiante 3: Inmadurez Neurológica, TDA.

Estudiante 4: TDA-H

Estudiante 5: TDH Prueba neuropsicológica con C.I. límite. Baja velocidad de procesamiento, dificultad en el recobro de información verbal y memoria de trabajo comprometida.

Estudiante 6: Inmadurez, TDA.

IncurSIONAR en la enseñanza de estudiantes con TDA o procesos de inclusión genera un grado de dificultad en la planeación docente pues se deben construir guías diferenciadas para la población estudiante. Es así como en este estudio se realizaron adaptaciones en una secuencia didáctica que permitieron lograr aprendizajes significativos en la conceptualización de la genética mendeliana, con el acompañamiento institucional y de las familias de los estudiantes con y sin TDA.

Resultados

La evaluación a partir de los mapas mentales en la secuencia didáctica evidencia una mayor apropiación de los conceptos de genética Mendeliana;

igualmente, se determina un nivel medio en las competencias de indagación, explicación de fenómenos y usos del conocimiento científico por parte de los estudiantes con y sin TDA.

III. CONCLUSIONES

El uso de lecturas con contenidos actualizados permite despertar el interés y la motivación de los estudiantes en las aulas, además de facilitar la exploración de ideas previas frente a diversos temas que presentan cierto nivel de dificultad.

La creación de los mapas mentales permitió a los estudiantes, con y sin TDA, expresar sus ideas de forma gráfica, creativa, espontánea, ordenada, en su vida cotidiana.

Se evidencia tiempos de concentración más prolongados en estudiantes diagnosticados con déficit de atención, mayor motivación e interés por el desarrollo de guías y evaluaciones.

El uso de los mapas mentales, en estudiantes con y sin TDA, es una herramienta pedagógica importante que permite organizar y representar información de forma fácil, espontánea, con la finalidad de ser asimilada y recordada con mayor facilidad.

Con esta investigación se logra demostrar que los procesos de flexibilización que se deben realizar a las guías propuestas, en la cotidianidad de los entornos educativos en general, pueden tener pequeñas adaptaciones que permitan el aprendizaje de los estudiantes con TDA, si se tiene la estimulación y el acompañamiento adecuados desde la institución y su familia.

Recomendaciones

Es importante tener claridad de la caracterización que presenten los estudiantes; esto permitirá tener mayor acercamiento y un buen proceso de flexibilización en los trabajos y exámenes.

La secuencia didáctica se aplicó bajo el proceso de alternancia debido al aislamiento social. Se recomienda aplicar la secuencia didáctica de forma presencial para un mejor acompañamiento.

Este trabajo permite desarrollar secuencias didácticas y aplicar el uso de evaluaciones a través de los mapas mentales en otras áreas del saber.

REFERENCIAS

- [1] M. de Educación Nacional, Educación Inclusiva, Colombia 2018.
- [2] M. Hernández Martínez *et al.*, “Calidad de vida en niños con trastorno por déficit de atención con o sin hiperactividad (TDAH),” *Pediatría Atención Primaria*, vol. 19, no. 73, pp. 31–39, 2017, Accessed: Apr. 29, 2020. [Online]. Available: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322017000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- [3] C. González Gómez, I. Navarro Soria, S. Grau Company, A. Galipienso Rico, and F. Fernández Carrasco, “Estrategias de optimización de alumnado con trastorno por déficit de atención e hiperactividad TDA-H,” *International Journal of Developmental and Educational Psychology. Revista INFAD de Psicología.*, vol. 7, no. 1, p. 85, Jan. 2017, doi: 10.17060/ijodaep.2014.n1.v7.779.
- [4] F. J. Almeida Martínez, Métodos pedagógicos Universidad Internacional de La Rioja,” 2012.
- [5] J. Ramberg and A. Watkins, “exploring inclusive education across europe: some insights from the european agency statistics on inclusive education, european” 2020.
- [6] C. Mazzarella and R. Monsanto, *Revista de investigación educacional.*, vol. 33, Unidad de Investigación del Instituto Pedagógico de Caracas, 2009.

- [7] B. Estévez Estévez, M. José, and L. Guerrero, “Inclusión educativa del alumnado con TDA/H: estrategias didácticas generales y organizativas de aula. (Educational inclusión of students with ADHD: general learning an organizational classroom teaching strategies) Universidad de Granada 2015.”
- [8] J. Alejandro and J. Gil, “los mapas mentales como una estrategia metacognitiva inmersa en la metodología abp para la enseñanza y el aprendizaje del concepto de ph the mind maps as a metacognitive strategy immersed in pbl methodology for teaching and learning of the concept of ph universidad nacional de colombia facultad de ciencias exactas y naturales departamento de matematicas y estadistica sede Manizales 2016.”
- [9] M. Eva and G. García, “CIVE 2005 Congreso Internacional Virtual de Educación 1 mapas mentales, instrumentos de evaluación en educación a distancia.” [Online]. Available: www.cibereduca.com.

AUTORES

Andrea Garzón Hernández

Magister en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad de Nacional de Colombia, Licenciada en Biología y Química, de la Universidad Caldas, Docente de Biología y Química en el Colegio Seminario Redentorista San Clemente María Hofbauer, en la ciudad de Manizales.

Áreas de investigación: Educación en Ciencias Naturales

Héctor Jairo Osorio Zuluaga

Doctor en Ciencias – Química de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, Magister en Ciencias Química de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá; Magister en Desarrollo Educativo y Social de la



Universidad Pedagógica Nacional; Licenciado en Biología y Química de la Universidad de Caldas.

Áreas de investigación: Educación en Ciencias Naturales.

Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez

Magister en Ciencias Química de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá; Licenciado en Biología y Química de la Universidad de Caldas. Especialización Especialista en Educación Personalizada.

Áreas de investigación: Educación en Ciencias Naturales.



LOS ÁRBOLES GENEALÓGICOS EN LA ENSEÑANZA DE LA GENÉTICA: ESTUDIOS DE CASO¹

Family Trees in Genetics Teaching: case Studies

Rodríguez-Carmona, Mishelle², Osorio, Héctor³

-
- 1 Trabajo de Maestría: Los árboles genealógicos como caja de herramientas en la enseñanza, aprendizaje e interpretación de conceptos de genética: estudios de caso
 - 2 Universidad Nacional. Código ORCID 0000-0001-5596-3240.
Contacto: misrodriguezca@unal.edu.co
 - 3 Universidad Nacional; código ORCID 0000-0002-0227-588X.
Contacto: hjosoriozu@unal.edu.co

Resumen

La genética a lo largo de la historia ha sido una de las ramas de la biología con mayor dificultad a la hora de la comprensión de sus conceptos por parte de los estudiantes, esto se observa en la no inclusión de conceptos genéticos en la bolsa cultural de ellos y sus familias próximas. Teniendo en cuenta lo anterior, se diseñó una unidad didáctica dividida en cinco capítulos donde el eje central fueron los árboles genealógicos como estudio de caso particular de cada una de las familias de los estudiantes. El proceso de desarrollo se realizó con 15 estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Purnio del municipio de La Dorada, bajo el modelo de aprendizaje en casa en el marco de la situación actual de salud pública generada por la pandemia de SARS-CoV-2. Con la metodología planteada no solo se logró aprendizajes significativos en torno a la genética, también mayor motivación de los estudiantes a la hora de realizar sus trabajos y el fortalecimiento de competencias argumentativas que permiten interpretar de manera más fácil y real lo que sucede en su entorno, además como efecto secundario consolidar los vínculos entre familia, estudiante y escuela a través de la reconstrucción de la historia familiar.

Palabras clave: árboles genealógicos, estudios de caso, aprendizaje en casa, unidad didáctica.

Abstract

Genetics throughout history has been one of the branches of biology with the greatest difficulty when it comes to understanding its concepts by students, this is observed in the non-inclusion of genetic concepts in the cultural bag of them and their close families. Taking into account the above, a didactic unit divided into five chapters was designed where the central axis was the genealogical trees as a particular case study of each of the students' families. The development process was carried out with 15 ninth grade students from the Purnio educational institution in the municipality of La Dorada under the home learning model within the framework of the current public health situation generated by the SARS-CoV2 pandemic.



With the proposed methodology, not only was significant learning about genetics achieved, but also greater motivation of the students when carrying out their work and the strengthening of argumentative skills that allow an easier and more real interpretation of what happens in their environment, also as a secondary effect to consolidate the links between family, student and school through the reconstruction of family history.

Keywords: genius trees, case studies, home learning, unit for didactics.

I. INTRODUCCIÓN

La genética es uno de los temas que más se abordan en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la biología, esto se debe a que en la actualidad la repercusión social de problemas relacionados con estos temas, tales como la clonación, el descubrimiento del genoma humano, la posibilidad de terminar con las enfermedades de origen genético o la proveniencia de los medicamentos que circulan en la sociedad son bastantes [1]. De esta manera, según [2] la genética como disciplina experimenta una notable evolución, convirtiéndose en punto de encuentro de campos de la biología antes dispersos, posiblemente esto sea motivo de las diagnosticadas dificultades en el aprendizaje de conceptos de la genética por parte de los estudiantes, considerada una de las temáticas más difíciles de enseñar y aprender.

De esta manera, las dificultades para el aprendizaje de la genética también pueden deberse a la naturaleza de los conceptos de esta disciplina, los conocimientos y formas de razonamiento de los alumnos y las estrategias didácticas implementadas. Según [1], una de las potenciales barreras para la comprensión de los fenómenos genéticos por parte de los estudiantes al parecer está relacionada con las concepciones previas de los mismos. Así pues, para superar estas barreras en la enseñanza y aprendizaje de la genética, es necesario que los docentes busquen estrategias didácticas que acerquen el conocimiento a los estudiantes y disminuyan así el espacio que ha existido y existe entre la ciencia y el contexto cotidiano, por tanto, es primordial transformar sus prácticas pedagógicas de acuerdo con el medio institucional y social en el que se encuentra inmerso y con las necesidades educativas que exige la actual sociedad [3].

Cabe destacar que, al ser la genética un tema de tanta trascendencia para la comprensión de la biología, es fundamental abordar su estudio a través de una estrategia didáctica que, partiendo de las realidades del contexto de los estudiantes y de sus habilidades, posibiliten la comprensión de sus conceptos a partir de la solución de casos que implementados en las clases permitan la integración de la teoría y la práctica, el desarrollo

del pensamiento crítico, la mejora de las habilidades en la resolución de problemas y el abordaje individualizado de las situaciones [4].

A todo lo anterior se le debe sumar que la pandemia generada por SARS-CoV-2 no solo trajo cambios en materia de salud o economía, sino también reformas educativas temporales que llevaron el aprendizaje en aula al aprendizaje en casa, imponiendo desafíos no tanto al sistema, a la escuela o al docente, sino también al estudiante y su familia, generando espacios y transformando los contextos de implementación del currículo haciendo un llamado a la flexibilización y priorización de contenidos y objetivos educativos para responder de la mejor manera a la crisis.

Por último, el presente trabajo tiene como objetivo interpretar el impacto del uso de los árboles genealógicos como intermediación en la enseñanza, aprendizaje e interpretación de conceptos sobre genética en estudiantes de noveno grado de educación secundaria de la Institución Educativa Purnio.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

El trabajo se desarrolló desde un diseño de investigación cualitativo llamado estudios de caso, este enfoque de enseñanza según [1] consiste en plantear situaciones problemáticas que los estudiantes deben resolver. Dicha situación problemática parte de las propias percepciones del alumno, por lo que despierta su interés, potencia la reflexión individual y colectiva sobre situaciones reales e incitan a la participación.

La metodología se realizó con el grado noveno de la Institución Educativa Purnio en el municipio de La Dorada, del departamento de Caldas, en el área de ciencias naturales con acento en el campo del saber de la biología, con un total de 15 estudiantes cuyas edades oscilan entre los 13 y 16 años.

La investigación se llevó a cabo en cuatro fases:

La primera fase consistió en la búsqueda y selección de las familias que harían parte de la construcción de los árboles genealógicos, a través de encuentros diacrónicos y sincrónicos con los padres de familia donde se les explicó el proyecto y pidió autorización por escrito para usar sus antecedentes familiares y médicos en la construcción de los árboles genealógicos.

La segunda fase consistió en la indagación de ideas previas a través de un cuestionario de preguntas abiertas y cerradas sobre conceptos de biología en general. Los anteriores datos se recolectaron en una matriz y serán la base fundante para el desarrollo de la unidad para el aprendizaje.

La tercera fase está ligada directamente con la anterior, ya que hace parte de la situación a estudiar, se basa en el diseño y aplicación de la unidad para el aprendizaje y la construcción de los árboles genealógicos por parte de los estudiantes en compañía de sus familiares con la intermediación de situaciones problémicas convocantes y contextualizas.

La última etapa es de evaluación, la fase se dividió en dos momentos: la primera tuvo como objetivo comprobar el aprendizaje de la genética, para ello se realizó a través de un cuestionario de preguntas abiertas y cerradas, posteriormente socializadas en foros y debates. En la segunda era recoger información que permita evidenciar las opiniones de los estudiantes y familia sobre la metodología empleada, para ello se hizo autoevaluaciones, coevaluaciones y un cuestionario tipo Likert.

Resultados y análisis

Para el análisis de cada instrumento evaluativo aplicado se tuvo en cuenta las competencias evaluadas por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes) y que están alineadas con lo propuesto en los estándares básicos de competencias en ciencias naturales (uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos, indagación).

A lo largo de la realización del trabajo, se observa que con la metodología planteada en las diferentes guías que comprende la unidad didáctica los estudiantes presentan mayor motivación a la hora de realizar ejercicios de temas de genética, esto debido a que hacen parte de su contexto próximo, de la realidad que los rodea y generan en ellos intriga de conocer a través de la herencia una parte de su historia familiar promovida por la realización de árboles genalógicos personales que, aparte de cumplir con los estándares y convenciones internacionales usadas para la elaboración de los mismos, permite de una manera diferente y agradable la comprensión de conceptos básicos de la genética como es la herencia mendeliana y la herencia ligada al sexo.

Además, también se logra evidenciar no solo el progreso del aprendizaje de la genética, sino también cómo las competencias argumentativas cobran mayor relevancia y son más enriquecidas con argumentos científicos que les da el conocer y apropiarse de una temática agradable para ellos.

Por último, se hace necesario reconocer que el trabajo en casa generado por la pandemia tuvo grandes incidencias en los resultados hasta el momento obtenidos, puesto que se hace difícil controlar ciertas variables como la autonomía, el trabajo individual, las explicaciones a la distancia, el estado emocional de las familias por la crisis y, sin duda alguna, el ritmo de aprendizaje que se hizo cada vez más lento, generando un retraso y priorización de las temáticas abordadas.

III. CONCLUSIONES

La realización del trabajo logró demostrar que trabajar temáticas cercanas al contexto de cada uno de los estudiantes logra incentivar la motivación propia y familiar, además de la apropiación de conceptos genéticos, jugando un papel primordial los árboles genalógicos como estudios de caso e intermediarios en la conceptualización de las temáticas.

Por otro lado, se fortalecieron las competencias argumentativas demostradas a través de conversatorios virtuales y el desarrollo de las

actividades propias de la guía donde cada uno de los estudiantes debía exponer su argumento frente a una situación genética planteada.

Para terminar, no se puede desconocer que la realidad con que se desarrolló el trabajo bajo el modelo de aprendizaje en casa, influyó en los resultados. Desde el punto de vista positivo se logró involucrar a la familia en los procesos de aprendizaje y por otro lado consolidar la autonomía en el aprendizaje por parte del estudiante, pilar fundamental del modelo escuela nueva. El punto de vista no tan positivo consistió particularmente en la dificultad para la explicación de temáticas a través de medios con los cuales la comunidad educativa no contaba inicialmente, como las clases a través de plataformas educativas o sociales.

REFERENCIAS

- [1] I, Lacosta, “las ciencias en el aula: Aprendizaje basado en estudio de casos”. *Universitarias de Zaragoza*, 2012.
- [2] E. Figini y A De Micheli. “La enseñanza de la genética en el nivel medio y la educación polimodal: contenidos conceptuales en las actividades de los libros de texto”. *Enseñanza de Las Ciencias*, vol. 1, no.4, 2005.
- [3] Z. Andramunio Acero, “Estudios De Caso, Una Estrategia De Aula Para. *La Genética Humana Y Su Aplicación En Estudios De Caso, Una Estrategia De Aula Para Mejorar La Comprensión De La Herencia*”. 2015
- [4] N., Ageitos., B. Puig y X. Calvo-Peña. “*Trabajar en genética y enfermedades en secundaria integrando la modelización y la argumentación científica*”. *Revista Eureka*, vol. 14, no. 4, pp 3-14, 2017

AUTORES

Mishelle Rodríguez Carmona

Licenciada en Biología y Química, docente en la Institución Educativa Purnio en el municipio de La Dorada-Caldas.

Áreas de investigación: enseñanza y aprendizaje de las ciencias exactas y naturales.

Héctor Jairo Osorio Zuluaga

Doctor en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Director Departamento de Física y Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; docente Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Investigador Asociado Colciencias.

Áreas de investigación: enseñanza y aprendizaje de las ciencias exactas y naturales, química orgánica.



GESTIÓN COMUNITARIA DE
LA MICROCUENCA EL BURRO:
UNA HERRAMIENTA PARA LA
ENSEÑANZA DE LA EDUCACIÓN
AMBIENTAL EN LA IE
CAÑAVERAL, VICTORIA, CALDAS¹

Community management of the micro
watershed “The donkey”: a tool for the teaching
of environmental education in the Cañaveral
High School Victoria, Caldas

Murillo-Montoya, Sergio Adrián²

-
- 1 Este artículo hace parte del trabajo de especialización en educación ambiental realizado por el autor en la Fundación Universitaria Los Libertadores, con el título “Deforestación en la microcuenca El Burro (Victoria, Caldas): un problema de educación ambiental”.
 - 2 Institución Educativa Cañaveral; Grupo de investigación RENABBIO; <https://orcid.org/0000-0003-2923-5068>. Contacto: sergio.murillomontoya@gmail.com ; samurillom@libertadores.edu.co

Resumen

La microcuenca El Burro (Victoria, Caldas) es la principal fuente de agua para las veredas La Pradera, Fierritos y Corinto, sin embargo, ha experimentado un proceso acelerado de deforestación y contaminación. Al respecto, este ecosistema solo cuenta con el 45% de la cobertura vegetal original, lo que se suma a otras perspectivas en salud como: el vertimiento de aguas residuales, uso excesivo de agroquímicos, ingreso de animales e incendios forestales, lo cual pone en riesgo la salud y bienestar de más de 150 familias asentadas en la cuenca. Ante este panorama, el objetivo de esta investigación es el diseño de una propuesta de intervención disciplinar construida en comunidad y que pretende promover la gestión comunitaria de la cuenca con un enfoque comunitario, sistémico y holístico. Para dicha propuesta se parte de los conceptos de aprender haciendo e investigación acción propuestos por Jean Piaget, John Dewey y Orlando Fals Borda, respectivamente, y se planifica en tres fases que se denominan: 1) construyendo en comunidad; 2) aprendiendo juntos y 3) sembrando sueños. Cada fase cuenta con una serie de charlas y actividades que han sido previamente acordadas con la comunidad y que se abordan en grupos de enfoque para facilitar la participación de todos. Finalmente, el éxito en el diseño de esta propuesta de educación ambiental radica en que es construida respetando las perspectivas y conocimientos de la comunidad y se espera que contribuya significativamente en la solución de sus problemáticas socioambientales.

Palabras clave: investigación acción, educación ambiental, educación rural, ciencias naturales.

Abstract

The microbasin named El Burro in Victoria, Caldas is the main source of water for the community around there, however, it has experienced a huge deforestation and contamination process; besides that, this ecosystem receives wastewater, it just has a 45% of the original plant cover which give rise to forest fire, people use agrochemicals in a excessive way. All of these factors put the health and well being of more than 150 families settled in the basin at risk. Taking into account this landscape, the objective of this research is the design of a disciplinary intervention proposal built in



community that promotes the basin management by the community in a systematic and holistic approach. In order to achieve this objective, this proposal is based on the concepts learning by doing and action research proposed by Jean Piaget, John Dewey and Orlando Fals Borda and is planned in three phases called: 1) Building in community; 2) Learning together and 3) Sowing dreams. Each phase has talks and activities that had been previously agreed with the community and that are addressed in focus groups to facilitate the participation of all. Finally, the success in the design of this environmental education proposal lies in the fact that it is built respecting the perspectives and knowledge of the community, and it is expected that it will contribute significantly to the solution of their socio-environmental problems.

Keywords: participation investigation, environmental education, rural education, natural sciences.

I. INTRODUCCIÓN

La deforestación es actualmente uno de los principales problemas socioambientales que enfrentamos y está generando cambios significativos en el clima y la diversidad biológica, además, afecta significativamente los servicios ecosistémicos necesarios para la vida. Con respecto al tema, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [1] indica que este fenómeno antrópico continúa a un ritmo acelerado, particularmente en África y Suramérica, con una tasa de deforestación de 2,6 millones de hectáreas por año. Así mismo, un estudio de Gonzáles et al. [7] para Colombia, demuestra que esta problemática social aumentará en la Amazonia, el Piedemonte llanero y los Andes centrales, debido a la expansión de la frontera agrícola, la colonización, la siembra de cultivos ilícitos, el consumo de leña, los incendios forestales y la extracción de madera con fines comerciales.

En el ámbito local (Victoria, Caldas) esta problemática también es una realidad y está afectando la microcuenca El Burro, un ecosistema de vital importancia para una comunidad rural, debido a que abastece de agua a más de 150 familias de las veredas Fierritos, Corinto y La Pradera. En años anteriores, esta microcuenca contaba con especies maderables de gran importancia para la protección de su ribera, como: *Anacardium excelsum* (caracolí), *Jacaranda copaia* (chingalé) y *Ceiba petandra* (ceiba), sin embargo, han experimentado declives poblacionales y con ello una reducción drástica de la cobertura vegetal, como consecuencia del avance de la ganadería extensiva y la siembra de cultivos de caucho y aguacate, ocasionando una disminución en el caudal de la microcuenca, principalmente en épocas de sequía.

A su vez, en la parte alta de la microcuenca, se encontraban pequeños rastrojos que han sido quemados por el dueño del predio para permitir el acceso de ganado bovino a la zona, y de acuerdo con Clavijo-López [3] la alcaldía municipal de Victoria intentó comprar el predio, pero fue imposible llegar a un acuerdo con el dueño, al contrario, en repetidas ocasiones se ha observado que las franjas amarillas instaladas para la protección del cauce fueron eliminadas, lo que ha provocado que el ganado incursione en estos ambientes ribereños, aumentando el riesgo de contraer enfermedades generadas por virus y bacterias provenientes de las excretas del ganado, sumando a estas expectativas de salud pública la descarga de

aguas residuales a la quebrada y con ello el riesgo de contraer enfermedades gastrointestinales.

Estas alteraciones en la microcuenca El Burro, sumadas al desconocimiento que tiene la comunidad acerca de las problemáticas ambientales que suceden en esta región, corresponden a bajos niveles de educación ambiental, siendo necesaria una intervención disciplinar que permita dar solución oportuna a la situación en cuestión. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es el diseño de una propuesta de intervención disciplinar construida en comunidad y que pretende promover la gestión comunitaria de la cuenca con un enfoque comunitario, sistémico y holístico, así como estrategias de educación ambiental que permitan generar conciencia y mitigar los impactos causados por la deforestación y la consecuente disminución del caudal ambiental en la microcuenca El Burro.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

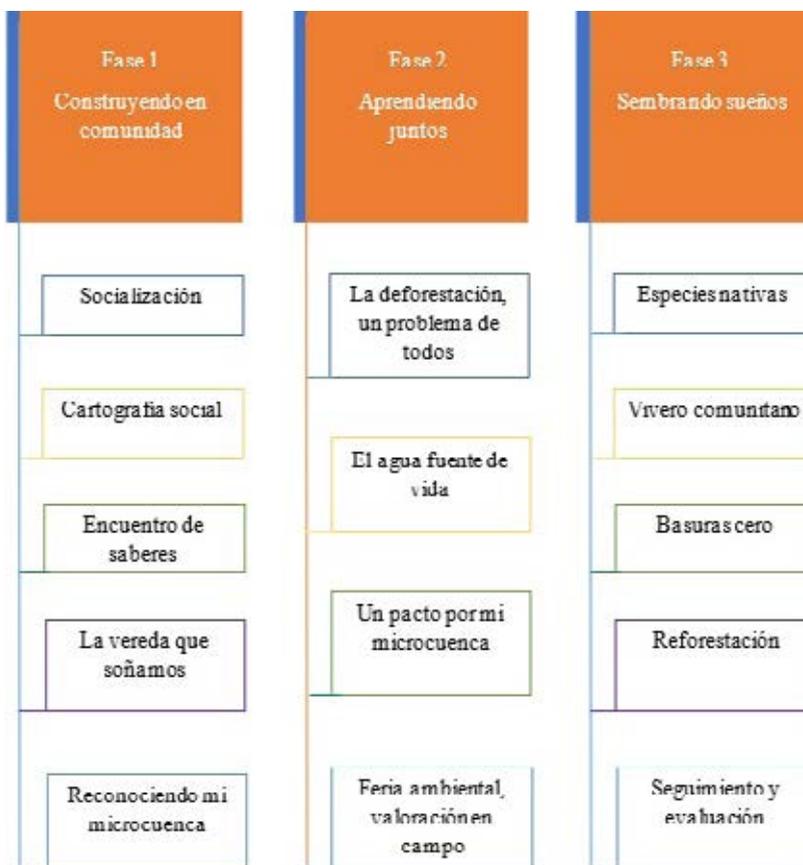
El método de investigación que se plantea para este ejercicio es aprender haciendo y la investigación acción práctica, dado que se busca conocer, comprender y resolver problemáticas socioambientales específicas y vinculadas a los usuarios del acueducto rural de las veredas La Pradera, Fierritos y Corinto, quienes han experimentado en los últimos años inconvenientes con el acceso y calidad del agua, toda vez que al interior de la microcuenca El Burro se desarrollan procesos de expansión de la frontera agrícola y ganadera, los cuales se suman a procesos permanentes de deforestación que ponen en riesgo su supervivencia.

Esta metodología se ha seleccionado porque de acuerdo con Hernández-Sampieri et al. [8] estudia prácticas locales e involucra la indagación-investigación individual y colectiva, permitiendo implementar planes de acción concertados que buscan resolver una problemática, introducir una mejora o generar transformaciones significativas en los miembros de la comunidad. De igual manera [8], indican que este tipo de investigación involucra tres fases esenciales que son: 1) construir un bosquejo del problema y recolectar datos (observar); 2) analizar e interpretar (pensar) y 3) resolver problemáticas e implementar mejoras (actuar); las cuales deben realizarse de manera cíclica y hasta que todo esté resuelto.

Las técnicas que se plantean para la investigación corresponden a la entrevista y las sesiones en profundidad o grupos de enfoque, los cuales permiten determinar el grado de conocimiento que la comunidad tiene de su entorno inmediato, las interacciones que se generan en él, las problemáticas y sus posibles soluciones, para finalmente plantear estrategias comunitarias que permitan mejorar la relación de la comunidad con el medio ambiente y realizar una gestión comunitaria de los recursos naturales. De acuerdo con Hernández-Sampieri et al. [8] “la recolección de los datos ocurre en los ambientes naturales y cotidianos de los participantes o unidades de análisis. En el caso de los seres humanos, en su vida diaria: cómo hablan, en qué creen, qué sienten, cómo piensan, cómo interactúan etc.” (p. 397). En este sentido, es fundamental que el dinamizador sea una persona con experiencia, que no juzgue las respuestas del o los participantes y que, ante todo, genere confianza en ellos.

La estrategia de intervención se basa en los conceptos de aprender haciendo e investigación acción, propuestos por Jean Piaget, John Dewey y Orlando Fals Borda, respectivamente. A su vez, la propuesta tiene un enfoque pedagógico desarrollista, que se plasma en la siguiente ruta de intervención (Figura 1) y en la cual se realizan actividades de reconocimiento de las situaciones ambientales de la comunidad, capacitaciones continuas en relación a diversos temas de interés y una propuesta de intervención y gestión comunitaria en la microcuenca.

Figura 1. Construcción comunitaria de una ruta de intervención socioambiental en la microcuenca El Burro.



Fuente: Elaboración propia

En la fase uno de la estrategia de intervención se busca, a partir de talleres participativos, realizar una lectura en contexto de las situaciones problemáticas que se suscitan en la comunidad, porque una de las principales falencias en los proyectos de educación ambiental se debe a que hay una carencia de enfoque sistémico en los planes de intervención y, por lo tanto, se centran en una o pocas charlas ambientales discontinuas y fuera del contexto o interés de la comunidad [5]. En este sentido, esta fase pretende reconocer el contexto social, los actores, usuarios, manejo de los recursos, visiones, saberes, preocupaciones y conocimientos que la comunidad tiene de las problemáticas que los aquejan.

La fase dos de la estrategia de intervención tiene como objetivo que los miembros de la comunidad educativa comprendan la importancia de la formación en educación ambiental (estudiantes, junta de acción comunal, junta del acueducto, etc.) y pretende ser alcanzada con una serie de charlas continuas enfocadas en el manejo sostenible de los recursos naturales. A su vez, se sustenta en un enfoque participativo y tiene como eslogan “aprendiendo juntos”, precisamente porque se nutre de propuestas transversales, valoraciones en campo y vinculación con entidades gubernamentales (alcaldía de Victoria, Corpocaldas, SENA, IE Cañaveral, etc.) que son actores fundamentales en la concreción de una relación armónica hombre-naturaleza.

Aprendiendo juntos supone un proceso de formación continua [1], que se aleja de capacitaciones esporádicas que se dan solo por cumplir. Es por eso que la vinculación de la Institución Educativa Cañaveral es fundamental para alcanzar una formación ambiental en contexto y permanente, y la mejor forma de lograrlo es a través de los proyectos ambientales escolares (PRAE) y de los Procesos Comunitarios de Educación Ambiental (PROCEDA) [6]. En consecuencia, esta fase se relaciona con los tres enfoques (comunitario, sistémico e interdisciplinar), para alcanzar una educación ambiental en contexto [1] y, se espera que contribuya decididamente a elevar el conocimiento académico de la comunidad con respecto a las problemáticas ambientales que ellos mismos identificaron en la microcuenca en la fase anterior.

La fase tres de la estrategia de intervención tiene como finalidad intervenir de manera oportuna la microcuenca El Burro, para que de esta manera se pueda contribuir significativamente en su conservación. De acuerdo a esto, se plantean actividades como: identificación de especies vegetales con fines de reforestación, elaboración y puesta en marcha de un vivero comunitario de especies nativas, jornadas de reforestación y un seguimiento permanente de todos los actores de la microcuenca para evitar que aumente la deforestación. Al llegar a esta fase, se entiende que tanto la comunidad como el dinamizador del proyecto están en capacidad de reconocer los actores que intervienen en la cuenca, las actividades socio productivas que se desarrollan en ella y los efectos adversos que se observan allí, por lo tanto, es en esta fase donde se evalúa realmente si las personas

mejoraron su relación con el medio ambiente y si la educación ambiental permitió un aprendizaje significativo y emancipador.

Podríamos decir que la fase tres es una fase de intervención, pero una intervención que nace de la conciencia y de la construcción colectiva. Es en sí misma un acercamiento al enfoque sistémico que aleja la idea utilitarista de la naturaleza en todas las actividades de la vida cotidiana [2] y siembra en todos, el sueño de una sociedad más humana y respetuosa del medio ambiente. Sembrando juntos no es solo plantar un árbol, es comprender, como lo sugieren Hernández-Sampieri et al. [8], que todos los fenómenos deben abordarse desde las perspectivas de los habitantes del territorio, porque son ellos los que realmente conocen sus problemáticas y oportunidades de mejora, y no hay una razón más poderosa en la educación ambiental, que transformar la sociedad pero con un enfoque comunitario, para que sea el verdadero vehículo de transformación de la conciencia en nuestros pueblos.

III. CONCLUSIONES

El éxito o no del diseño y ejecución de una propuesta de educación ambiental radica en que sea construida desde un enfoque comunitario, sistémico e interdisciplinar. En este sentido, es importante que se respeten las perspectivas y conocimientos de la comunidad y que a partir de estos aportes se construya una propuesta colectiva, que realmente responda al contexto local y que contribuya de manera significativa en la solución de sus problemáticas.

Es de vital importancia que en las actividades de formación ambiental se parta del reconocimiento de la comunidad, sus costumbres, saberes, preocupaciones y motivaciones, para así poder generar estrategias de participación novedosas, que inviten al diálogo permanente y la reconstrucción de la sociedad. Así mismo, es necesario promover la articulación interinstitucional, de tal manera que tanto la comunidad como los organismos de control y vigilancia sean garantes del proceso y se vincule a todos en la solución de las problemáticas que afronta la microcuenca El Burro.

El fortalecimiento de la investigación participativa y aprender haciendo van a ser estrategias fundamentales para lograr la vinculación

y empoderamiento de la comunidad en la ejecución de la estrategia de investigación, toda vez que al comprender las funciones de los ecosistemas y la vulnerabilidad de la microcuenca El Burro ante fenómenos como la deforestación, también aumentará la capacidad reflexiva de la comunidad, generando espacios que además de sensibilizar y educar, redundan en transformaciones perdurables en el tiempo.

La investigación participativa no solo permitirá que la comunidad aprenda sobre educación ambiental, sino que garantizará que los procesos y actividades cotidianas sean repensadas, definiendo si realmente son benéficas para los ecosistemas y para la sociedad. De esta manera, se contribuye en la generación de experiencias y vivencias que nutren a la comunidad y sus procesos. Por lo tanto, la reforestación de la microcuenca será posible a medida que más miembros de la comunidad participen activamente en cada una de las actividades programadas.

REFERENCIAS

- [1] O. C. Álvarez, “Educación Ambiental a partir de tres enfoques: comunitario, sistémico e interdisciplinario”, *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 34, nro. 2, pp. 1-8, 2004.
- [2] M. J. Bautista-Cerro, M. A. Murga-Menoyo, M. Novo, “La educación ambiental en el S. XXI”, *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, vol. 1, nro. 1, pp. 1103, 2019.
- [3] V. Clavijo-López, *Diagnóstico del estado sociocultural y ambiental de la microcuenca el burro, surtidora del acueducto rural de la vereda La Pradera*, Tesis de pregrado, programa de ingeniería agroforestal, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Bogotá, 2017. Disponible en <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/18088>
- [4] FAO, “Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020 – Principales resultados” Roma, 2020. Disponible en <https://doi.org/10.4060/ca8753es>

- [5] G. Y. Flórez-Yépes, “La educación ambiental y el desarrollo sostenible en el contexto colombiano”, *Revista Electrónica Educare*, vol. 19, nro. 3, pp. 1-12. 2015.
- [6] M. Gómez-Agudelo, “Educación para el desarrollo sostenible. Una mirada a los proyectos Ambientales PRAE”, *Libre Empresa*, vol. 15, nro. 2, pp 179-194. 2018.
- [7] J. J. González, A. A. Etter, A. H. Sarmiento, S. A. Orrego, C. Ramírez, E. Cabrera, D. Vargas, G., Galindo, M. C. García y M. F. Ordoñez, *Análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación en Colombia*, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM. Bogotá D.C., Colombia, pp. 1-64. 2011.
- [8] R. Henández-Sampieri, C. Fernández-Collado, P. Batista-Lucio, *Metodología de la Investigación*, 6a. ed. México D.F. McGraw-Hill, 2014.

AUTOR

Sergio Adrián Murillo Montoya

Biólogo egresado de la Universidad de Caldas; especialista en educación ambiental y estudiante de maestría en Educación de La Fundación Universitaria Los Libertadores. Docente de ciencias naturales y educación ambiental, adscrito a la Secretaría de Educación de Caldas en la Institución Educativa Cañaveral (Victoria, Caldas). Miembro del grupo de investigación en Recursos Naturales, Biotecnología y Bioprospección (RENABBIO). Par evaluador Colciencias.

Áreas de investigación: ciencias naturales, educación ambiental, ecología.



LA ENSEÑANZA DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN CELULAR A TRAVÉS DE MEDIOS NARRATIVOS EN ÉPOCA DE ALTERNANCIA ESCOLAR¹

The teaching of cell structure and function
through narrative means in times of school
alternation

*Meléndez-Segura, Kelly Johana², Giraldo-Arbeláez, Jorge Eduardo³
y Osorio-Zuluaga, Héctor Jairo⁴*

-
- 1 Producto derivado del proyecto de investigación “La enseñanza de la estructura y función celular a través de medios narrativos en época de alternancia escolar”, presentado para optar por el título de Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.
 - 2 Esp. Docente de Ciencias Naturales de la Institución Educativa Gallardo. ORCID: 0000-0003-1311-7956. Contacto: kmelendezs@unal.edu.co
 - 3 M.Sc., Profesor Asociado del departamento de Física y Química de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. ORCID: 0000-0002-4102-5701. Contacto: jegiraldoarb@unal.edu.co
 - 4 Dr.Sc., profesor Asociado del departamento de Física y Química de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. ORCID: 0000-0002-0227-588X. Contacto: hjosoriozu@unal.edu.co

Resumen:

El presente trabajo tuvo como propósito identificar de que forma la narrativa en el aula aporta al aprendizaje de la estructura, función celular y el desarrollo de habilidades escritas como la comprensión lectora, transcripción y construcción de oraciones en estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa Gallardo del municipio de Suaza-Huila; debido a que se han afectado notoriamente tanto académica como psicológicamente por el cambio en la dinámica de las clases dado al confinamiento en época de pandemia, siendo de gran importancia el abordaje de la célula ya que es un concepto base para la comprensión de la vida; además de incursionar la enseñanza del lenguaje en las ciencias debido a que los estudiante no sienten motivación y presentan dificultad al escribir, lo que genera conflictos al expresar sus ideas. De esta forma se presenta una investigación de carácter mixto orientándose a través de cuatro fases: identificación de ideas previas, diseño de la estrategia, aplicación y evaluación. Se pudo evidenciar que el instrumento de recolección de ideas previas fue ideal para reconocer los obstáculos e incidir en el punto de partida de la estrategia, además que los procesos de aprendizaje en la asignatura son más efectivos cuando se incorpora al estudiante en un ambiente lleno de estímulos, mediante el uso del cuento y del cómic generando emociones positivas debido al humor y la imaginación, convirtiéndose en un tipo de narración llamativa y diferente, logrando llegar al cambio conceptual frente al conocimiento celular y potencialización de habilidades escritas en ciencias.

Palabras clave: Estructura y función celular, narrativa, habilidades escritas.

Abstract:

The purpose of this work was to identify how the narrative in the classroom contributes to the learning of the structure, cellular function and the development of written skills such as reading comprehension, transcription and sentence construction in sixth grade students of the Gallardo Educational Institution. from the municipality of Suaza-Huila; Due to the fact that they have been notoriously affected both academically

and psychologically by the change in the dynamics of the classes due to confinement in times of pandemic, the approach of the cell being of great importance since it is a basic concept for the understanding of life; in addition to venturing into the teaching of language in science because students do not feel motivated and have difficulty writing, which generates conflicts when expressing their ideas. In this way, an investigation of a mixed nature is presented, orienting itself through four phases: identification of previous ideas, design of the strategy, application and evaluation. It was possible to show that the instrument for collecting previous ideas was ideal to recognize obstacles and influence the starting point of the strategy, in addition that the learning processes in the subject are more effective when the student is incorporated in an environment full of Stimuli, through the use of the story and the comic, generating positive emotions due to humor and imagination, becoming a striking and different type of narrative, achieving conceptual change in the face of cellular knowledge and potentialization of written skills in science.

Keywords: Cell structure and function, narrative, written skills.

I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la célula su estructura y funciones muchas veces ha sido enmarcada bajo un enfoque tradicional en diferentes Instituciones Educativas, aun mas en tiempo de confinamiento en donde no se ha podido acudir al colegio, lo cual ha venido generando en los estudiantes diferentes dificultades en su aprendizaje; al no comprender este concepto de gran importancia, no cataloga la célula como la unidad estructural, funcional de los seres vivos, ni como el ente más pequeño que conforma los organismos y tejidos del cuerpo.

Al mismo tiempo se evidencia que los estudiantes no sienten motivación y se les presenta dificultad al escribir por su vocabulario y estructura del discurso científico, lo que les genera conflictos al expresar sus ideas; de esta manera se ha afectado su desempeño, debido a que tradicionalmente solo se le ha atribuido esta enseñanza-aprendizaje a la asignatura de lengua castellana, siendo la escritura transcendental en todas las disciplinas académicas, aludiendo a lo que indica [1] al expresar que para poder aprender ciencia es “imprescindible aprender a escribirla”.

De esta manera se genera la necesidad de implementar un mecanismo de enseñanza atrayente que permita un aprendizaje significativo de las Ciencias Naturales, particularmente de la Biología, integrándose el lenguaje y la ciencia, con el objetivo de determinar la incidencia en el avance conceptual de la célula, sus estructuras y funciones, además del desarrollo de habilidades escritas, utilizándose el potencial del cuento y el cómic.

La mayoría de los cuentos son fruto de la imaginación, [2] sustenta que para los niños y jóvenes es un instrumento indispensable, además indica que esta no solo aporta al aprendizaje cognitivo de algún concepto, sino que de igual forma contribuye afectivamente, buscando un equilibrio entre estas dos partes, llevando al educando a un aprendizaje significativo y atractivo.

[3] enuncia que el cómic es un recurso narrativo sustancioso y complejo, accesible a un riguroso abanico de aprovechamiento, siendo una herramienta con bastantes posibilidades que ayudará al estudiante a expresar sus ideas, generándose espacios de aprendizaje novedosos ya que se centra en un tipo de texto diferente al que comúnmente se usa.

Al implementarse los cómics y el cuento para mejorar la producción escrita, se induce a los estudiantes a potenciar habilidades que le ayudarán en su desempeño en el área, propuesta que se convierte viable debido a que los docentes siempre le solicita a los escolares que escriban, donde deben apropiarse del lenguaje de la ciencia el cual es muy diferente al de su contexto tal como lo indica [1]. Potencializando este tipo de habilidades, mejora los procesos de producción textual donde se estará formando estudiantes críticos, creativos y con capacidad de análisis, competentes para redactar correctamente un texto.

Como objetivo principal se planteó identificar cómo la narrativa en el aula aporta al aprendizaje de la estructura, función celular y el desarrollo de habilidades escritas en estudiantes del grado sexto en época de alternancia escolar y como objetivos específicos en primer instancia es reconocer las ideas previas y las habilidades escritas, seguidamente incorporar el cómic y el cuento como medios narrativos para el aprendizaje celular y el desarrollo de habilidades escritas como la comprensión lectora, transcripción y construcción de oraciones, por ultimo establecer cambios conceptuales y el desarrollo de habilidades escritas.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

La investigación se llevó a cabo bajo un enfoque mixto, específico anidado concurrente de modelo dominante (DIAC) con énfasis cualitativo y alcance descriptivo-interpretativo. La población con la que se trabajó fueron los estudiantes del grado sexto y la muestra fueron doce estudiantes del grado 601 de la Institución Educativa Gallardo del municipio de Suaza-Huila.

Se dividió la metodología en cuatro fases, la primera fue la identificación de ideas previas a través de un cuestionario validado por experto, el cual estaba constituido por 10 preguntas abiertas en donde cada pregunta tenía una intención, para que de esa forma se pudiese determinar los obstáculos que presentaban los estudiantes sobre el concepto célula y las habilidades escritas. La segunda fase fue el diseño de la estrategia narrativa partiendo de los obstáculos encontrados, se elaboraron seis guías en dos etapas diferentes; la primera se llamó aprender a conocer el cómic y el cuento, la segunda aprender a conocer la estructura y función celular de procariontas y eucariontas mediante el cuento y el cómic, basándose en autores como [2], [4] y [5].

La tercera fase fue la aplicación de las seis guías narrativas ejecutándose junto con prácticas experimentales, relatos, dramatización de historias, cuadros comparativos, observación de material audiovisual y lecturas.

La evaluación fue la fase final, la cual consistió en analizar el cuestionario de conocimientos previos, utilizando cuatro rejillas evaluativas dos acerca del concepto y dos acerca de las características del cómic y el cuento, teniendo en cuenta las habilidades escritas que se evaluaban. Finalmente se prosiguió con la aplicación del mismo cuestionario de inicio como prueba final para evaluar el cambio conceptual y las habilidades escritas. Las respuestas de los estudiantes son presentadas como estudiante 1 al estudiante 12 (E1, E2, ..., E12) de acuerdo a una asignación aleatoria.

resultados encontrados frente a los conocimientos previos y la prueba final se exponen a continuación:

En la pregunta 1 ¿Qué piensas que es una célula? se analizó según los modelos conceptuales descritos por [6], se traen a colación algunas respuestas de los estudiantes, como el caso del estudiante E11 quien en la prueba de inicio describe la célula como partícula o molécula, determinando el modelo B o inerte:

E11 (prueba inicial): “Una partícula del cuerpo muy importante”

Finalmente obtiene un gran avance, indicando que todos los seres vivos están compuestos por células, que es microscópica, la clasifica y le otorga la información genética.

E11 (prueba final): “Es la que conforma nuestro cuerpo y la de los demás seres vivos, hasta los que no se pueden ver a simple vista, ella tiene organelos y la información genética, las células se clasifican en procariontes y eucariontes y está en animal y vegetal”.

El estudiante E6, quien en la prueba de inicio se encontraban en un modelo C-E o funcional-microorganismo teniendo en cuenta que es un modelo de funcionamiento sin relación estructural y donde el estudiante solo describe la célula como un microorganismo:

E6 (prueba inicial): “Es como una bacteria que nos ayuda a mover nuestras partes del cuerpo como las manos los pies, entre otras”.

En la prueba final expresa que todos los seres vivos contienen células, las clasifica e indica funciones:

E6 (prueba final): Es lo que tenemos todos los seres vivos como las plantas, los animales, los seres microscópicos y nosotros los humanos, existiendo células eucariota animal, eucariota vegetal y la procariota, encargadas de diferentes funciones.

El estudiante E1 en la prueba de inicio determinaba un modelo celular A o estructural, es decir que solo reconoce que tiene una estructura pero desconoce su funcionamiento, en la prueba final la relaciona con un modelo funcional:

E1 (prueba final): “Es algo que tenemos en todo nuestro cuerpo, que está formada por muchos organelos y cada organelo tiene una función específica, las cuales son muy importantes”.

De acuerdo con [7], cuando se construye un concepto se cambia el sistema de significación, permitiendo incorporar cosas que antes no se tomaban en cuenta, lo que ocurrió con algunos estudiantes luego de desarrollar la secuencia narrativa. Los cambios fueron favorables, para los obstáculos “No hay relación entre estructura y función” y “no hay claridad entre las funciones de la célula” se evidencia una transformación del concepto relacionando su estructura y otorgándole funciones de los seres vivos.

Para el obstáculo “Confusión entre lo vivo y lo inerte” se evidencia el cambio en los estudiantes, ahora manifiestan la célula como unidad de vida fundamental para los seres vivos, otorgándole diferentes funciones, de esa forma se demuestra que también los estudiantes han superado el obstáculo “no identifica la célula como unidad mínima de vida”.

Respecto a la pregunta 2, de acuerdo a las células procariotas y eucariotas en la prueba final E1 justifica con claridad luego de no reconocerlas en la prueba inicial.

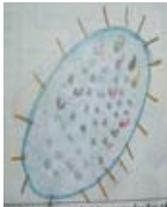
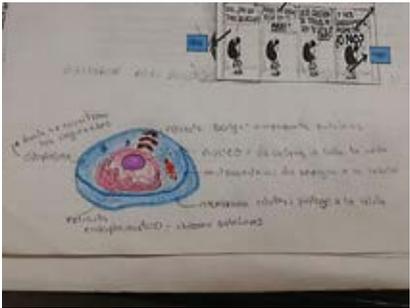
E1 (P. final): “Si las conozco, las células eucariotas y las células procariotas son muy diferentes, las eucariotas están presentes en organismos pluricelulares y existen dos clases las eucariotas vegetales y animales y las procariotas en organismos unicelulares como las bacterias y las arqueobacterias”

De acuerdo con [8] se puede evidenciar que la narrativa aporta contenidos conceptuales específicos, como es el caso de la clasificación celular.

Concerniente a la pregunta 3 ¿Qué crees que hay en el interior de la célula? algunos de los estudiantes coinciden con una estructura celular plana, otros han evolucionado. En el caso del estudiante E2 (Figura1) donde en la prueba de inicio, dibuja una célula similar a una procariota, en la prueba de salida realiza un esquema más elaborado, lo que se asemeja a una célula eucariota animal identificando las partes como el núcleo,

citoplasma, retículo endoplasmático, aparato de Golgi, membrana celular y la mitocondria con cada una de sus funciones.

Figura 1: Ilustración celular.

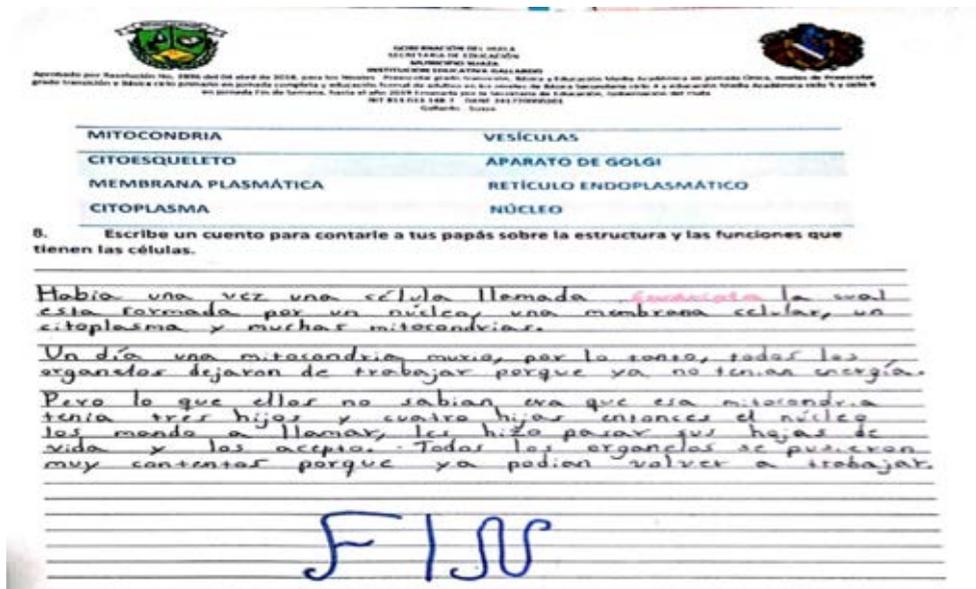
E2	Prueba Inicial	Prueba Final
		

Fuente: Estudiante E2

De esa manera existe avance entre la identificación de la estructura con sus organelos y sus respectivas funciones, de igual forma existe un progreso significativo frente al uso de las normas ortográficas y al esquema plano y simple. Consecuentemente a los obstáculos superados [9] plantea que el cómic es una estrategia pedagógica que sirve como herramienta para el uso adecuado de las normas ortográficas debido a que se encuentra cargado de contenido visual atrayente con diferentes signos y símbolos que ilustran la realidad cobrando enorme importancia debido a su carga connotativa.

Respecto a la elaboración del cuento (pregunta 8) se trae a colación el estudiante E10 (figura 2) donde se evidencia que utiliza adecuado vocabulario, involucrando términos científicos; teniendo en cuenta los elementos del cuento como la historia, personajes, tema, etc. evidenciándose la estructura: Introducción, nudo y desenlace, mediante una historia original, presentando progresión temática, no redundante y redacta sin dificultad.

Figura 2: Cuento



Fuente: Estudiante E10

Referente a la utilización de comas y puntos para separar ideas y dar cohesión, se incrementa concerniente a la prueba inicial de la misma manera que las normas ortográficas.

En el caso de la realización del cómic (pregunta 9) E10 (figura 3) realiza el dialogo de forma coherente con la imagen de la viñeta siguiendo una secuencia lineal y temporal, hace uso de las normas ortográficas, utiliza diferentes tipos de globo, signos y convenciones.

Alusivo al aprendizaje de la célula tanto para el cómic y el cuento, reconoce su organización, clasificación, tipos de organelos y función de la mitocondria, mostrando avance representativo en la enseñanza, frente a los obstáculos detectados en la prueba de inicio.

Figura 3: Cómics.



Fuente: Estudiante E10.

De esa manera, de acuerdo con [10] se puede evidenciar como las imágenes del cómic y el contenido de los cuentos ayudan a generar procesos metacognitivos que llevan al individuo a crear textos de calidad sin darse cuenta que está utilizando una variedad de elementos lingüísticos.

III. CONCLUSIONES

La aplicación del instrumento para la recolección de ideas previas es ideal para reconocer los obstáculos frente a la temática celular y las habilidades escritas; de esa forma se tiene punto de partida para incidir en el desarrollo de la secuencia narrativa.

Los procesos de aprendizaje con conceptos como la estructura y función celular, son efectivos cuando se inserta al estudiante en un ambiente lleno de estímulos, en este caso mediante el uso del cuento y del cómic generando emociones positivas debido al humor e imaginación convirtiéndose en una narración llamativa y diferente.

Se encontraron cambios conceptuales frente a la célula, reconociéndola como unidad estructural y funcional de los seres vivos, de igual forma hubo evolución en sus ilustraciones frente a la célula determinando sus partes y funciones.

Con relación al reconocimiento de las funciones celulares, organelos y funciones de los organelos el 67%, 75% y 75% respectivamente siempre lo realizan; identificando el 92% el núcleo, el 83% la membrana plasmáticas y el 67% la mitocondria, el citoplasma y el aparato de Golgi.

Respecto a habilidades escritas el 33% de los estudiantes siempre tienen buena ortografía, el 50% siempre utiliza comas y puntos para separar ideas y dar cohesión. El 17% siempre escribe y redacta sin dificultad un texto y el 83% a veces; finalmente los estudiantes escriben oraciones con sentido el 33% siempre y a veces el 67%, lo que determina un avance importante respecto al uso adecuado de la escritura.

REFERENCIAS

- [1] N. Sanmarti , «Hablar, leer y escribir para aprender ciencia,» La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo, , nº 128, 2007.
- [2] K. Egan , Fantasía e imaginación, su poder en la enseñanza: una alternativa a la enseñanza y el aprendizaje en la educación infantil y primaria., Madrid: MEC, 1994.
- [3] A. Altarriba, «La historieta. Un medio entre los valores plásticos y los valores dramáticos.,» XII congreso de estudios vascos: estudios vascos en el sistema educativo. España Retrieved from <http://www.euskomedia.org/PDFAnlt/congresos/12/12379385.pdf>., 1995.
- [4] W. Eisner, El cómic y el arte secuencial. Teoría y práctica de la forma de arte más popular del mundo., Barcelona, España: Norma Editorial, 1996.

- [5] R. Gubern, *El lenguaje de los cómics.*, Barcelona: Ediciones Península., 1974.
- [6] J. Rodas Rodríguez y F. Ruiz Ortega, «Recorridos virtuales y su incidencia en el aprendizaje del concepto célula.» *Memorias CIEC*, pp. 15-27., 2008.
- [7] R. Gagliardi, «Los conceptos estructurantes en el aprendizaje por investigación.» *Enseñanza de las ciencias*, vol. 4(1), pp. 30-35., 1986.
- [8] J. Bruner, *Actos de significado: Más allá de la revolución cognitiva.*, Madrid: Alianza, 1991.
- [9] M. Barrero, *Los cómics como herramientas pedagógicas en el Aula*, Cádiz, 2002.
- [10] Z. León Neva, «El uso del cómic como estrategia pedagógica para promover la producción escrita en estudiantes de grado quinto del colegio Diana Turbay, tesis de maestría, universidad cooperativa de Colombia, Bogotá, Recuperada de [https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500, 12494, 16636.](https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494.16636)» 2020.

AUTORES

Kelly Johana Meléndez Segura

Especialista en pedagogía ambiental, docente de ciencias naturales en los niveles de básica secundaria y media de la Institución Educativa Gallardo en el municipio de Suaza departamento del Huila.

Áreas de investigación: Enseñanza y aprendizaje de la biología.

Jorge Eduardo Giraldo Arbelaez

Magister en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; Profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Docente Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.

Áreas de investigación: Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Exactas y Naturales, Química General.

Héctor Jairo Osorio Zuluaga

Doctor en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; Profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Director Departamento de Física y Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Docente Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Investigador Asociado Colciencias.

Áreas de investigación: Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Exactas y Naturales, Química Orgánica.



LA EXPERIMENTACIÓN PARA PROMOVER COMPETENCIAS CIENTÍFICAS ACTITUDINALES DESDE EL CONCEPTO MEZCLA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA¹

Experimentation to promote attitudinal
scientific competencies from the concept
of mixing in basic education

*Paladines-Sarria, Lina Yisela², Cuellar-López,
Zully³ y Osorio-Zuluaga, Héctor Jairo⁴*

-
- 1 Producto derivado del trabajo de grado “La experimentación para promover competencias científicas actitudinales desde el concepto mezcla en la educación básica”, presentado para optar por el título de Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.
 - 2 Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; código ORCID. 0000-0003-4061-6662 Contacto: lpaladines@unal.edu.co.
 - 3 Universidad Surcolombiana; código ORCID. 0000-0001-9753-4559 Contacto: zully.cuellar@usco.edu.co.
 - 4 Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales; código ORCID. 0000-0002-0227-588 Contacto: hjosoriozu@unal.edu.co

Resumen:

Una de las problemáticas de la enseñanza en específico de las ciencias naturales es el poco o nulo uso de actividades que permitan al estudiante el desarrollo de actitudes para la ciencia, que a su vez les sean útiles para dar respuesta o solución a problemas que se presentan en su entorno. Teniendo como referente lo anterior, se propone una unidad didáctica para promover el desarrollo de competencias científicas actitudinales como el interés, el asombro y la capacidad de comunicar ideas, desde la experimentación con el acercamiento al concepto mezcla en el grado sexto de la Institución Educativa Bateas.

El desarrollo metodológico estuvo enmarcado dentro de un enfoque cualitativo, que permitió el diseño y la estructuración de la unidad como fruto del análisis de contenido tanto teórico como metodológico sobre dichas competencias, el desarrollo de prácticas experimentales y lo referente al concepto mezcla; de igual forma se reunió información de los elementos que se deben emplear en una unidad didáctica centrada en prácticas experimentales. Como resultado se presenta la unidad didáctica en la que se exponen siete sesiones desde una propuesta constructivista, con actividades experimentales, donde se reconoce al estudiante como un protagonista activo en el proceso de aprendizaje y construcción de conocimientos.

Palabras clave: Unidad didáctica, competencias científicas, actitudinales, experimentación.

Abstract:

One of the problems in the specific teaching of natural sciences is the little or no use of activities that allow students to develop attitudes for science, which in turn are useful to provide answers or solutions to problems that arise in their environment. Based on the above, a didactic unit is proposed to promote the development of attitudinal scientific competences such as interest, amazement and the ability to communicate ideas, from



experimentation with the approach to the concept of mixture in the sixth grade of the Bateas Educational Institution.

The methodological development was framed within a qualitative approach, which allowed the design and structuring of the unit as a result of the theoretical and methodological content analysis on these competences, the development of experimental practices and the concept of mixture; likewise, information was gathered on the elements that should be used in a didactic unit focused on experimental practices. As a result, the didactic unit is presented in which seven sessions are presented from a constructivist proposal, with experimental activities, where the student is recognized as an active protagonist in the process of learning and knowledge construction.

Keywords: Didactic unit, scientific competences, attitudinal, experimentation.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad uno de los principales objetivos de la educación básica es desarrollar en los estudiantes habilidades que faciliten la construcción de conocimiento, lo anterior se puede lograr a través del desarrollo de competencias científicas, debido a que no solo se enfocan en el aprendizaje de conocimientos y procedimientos, sí no que también aportan a la construcción de una actitud en cuanto a la manera de percibir el mundo, para establecer soluciones a situaciones de la vida cotidiana de forma crítica y reflexiva. Por lo tanto, las competencias científicas actitudinales son de gran relevancia para proporcionar una enseñanza activa, impulsando el trabajo autónomo que se apoya desde las estrategias de aprendizaje de una manera eficaz e integrada, en coherencia con el punto de vista constructivista [1]

Sin embargo, las estrategias y actividades planteadas en el aula no suelen ser atractivas para los estudiantes, lo que dificulta el proceso de enseñanza y aprendizaje, imposibilitando el desarrollo de las competencias y destrezas que requieren los estudiantes para la comprensión de fenómenos naturales. Por lo tanto las actividades de experimentación se consideran convenientes para desarrollar y fortalecer las competencias científicas, despertando el interés, asombro y la motivación por el estudio y la comprensión de los fenómenos que los rodean. Concediéndole significado y relevancia al conocimiento científico que se construye en los ambientes de aprendizaje [2]

De acuerdo con Ruiz, Collazos y Paky [3] las competencias científicas como la observación, la curiosidad, la indagación facilitan que el niño explore, adquiriendo nuevos conocimientos a partir de los que él conoce y posee desde el contexto en el que se encuentra. En este sentido, las competencias, no se limitan a una sencilla explicación mecánica que comprende un entorno en específico, en cambio tienen una estrecha relación con los procesos cognitivos. De ahí la importancia de este trabajo de investigación, pues brindará una herramienta didáctica a los docentes de ciencias naturales y contribuirá a que los estudiantes del grado

sexto de la Institución Educativa Bateas desarrollen mediante prácticas experimentales competencias científicas actitudinales. Estas competencias permiten formar personas responsables de sus acciones críticas y reflexivas, capaces de apreciar las Ciencias Naturales, a partir del desarrollo de un pensamiento holístico [4] Al mismo tiempo, las prácticas experimentales, pueden estimular los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

En este sentido, Marulanda y Gómez [5] plantean que la experimentación es un recurso didáctico apropiado y valioso para que el docente aborde la formalización de conceptos teniendo como referencia lo observado por el estudiante, además son elementos motivadores en la etapa de formación académica.

Por tal razón este trabajo tiene como objetivo, el diseño de una unidad didáctica para promover el desarrollo de competencias científicas actitudinales como el interés, el asombro y la capacidad de comunicar ideas, desde la experimentación con el acercamiento al concepto mezcla en el grado sexto de la Institución Educativa Bateas.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Este trabajo se realizó bajo un enfoque cualitativo de carácter descriptivo, teniendo en cuenta las características y el propósito del trabajo, en vista de que la unidad didáctica se logra a través de la observación, descripción e interpretación de los resultados obtenidos a través de la revisión de los antecedentes, el marco teórico y el contexto de los estudiantes. Este tipo de investigación de acuerdo con Ortega [6], permite que se considere una perspectiva holística, además de ser flexible, es más dinámico mediante la interpretación de los hechos, su eficacia consiste entender las variables que intervienen en el proceso más que medirlas y acotarlas, favoreciendo la predicción e identificación de las relaciones que existen entre estas. De este modo, esta investigación asume un diseño no experimental, considerando que a partir de la información expuesta en el marco referencial se procura establecer el diseño de la unidad didáctica sin manipular ni controlar variables.

Para el diseño y la elaboración de la unidad didáctica se tomó como base el marco referencial, los antecedentes y el contexto institucional de la muestra como también el diseño y elaboración de las prácticas experimentales con el acercamiento al concepto mezcla, teniendo en cuenta el contexto y los estándares básicos de competencias en ciencias naturales; así se espera promover en los estudiantes del grado sexto, el desarrollo de competencias científicas actitudinales que se ven expuestas en el deseo de conocer, analizar, generar hipótesis, observar y explicar, siendo esenciales para definir los criterios y características que debe tener la unidad, reconociendo cuándo y cómo se cumple el desarrollo de las mismas a partir de las prácticas experimentales. Como parte de la organización de la unidad didáctica se propone aplicar a los estudiantes un cuestionario previo para identificar que situaciones o actividades generan el desarrollo de estas competencias, a partir de los intereses, gustos y expectativas respecto a las clases de ciencias naturales y las prácticas experimentales. Así cumplir con el objetivo propuesto. Además, a fin de obtener información necesaria para la identificación y evaluación del desarrollo de competencias científicas actitudinales se elaboró un cuestionario aplicando la escala de Likert en el cual e tuvo en cuenta la tabla 1. Que dio pasó a la elaboración de 14 enunciados distribuidos en tres categorías: interés, asombro y capacidad de comunicar ideas.

Tabla 1: Competencias científicas actitudinales.

Competencias científicas actitudinales	¿Cuándo se cumple?	¿Cómo se cumple?
Interés	-Curiosidad	-Preguntas constantes.
	-Disposición para adquirir conocimientos	-Realización de hipótesis.
	-Búsqueda de información	-Búsqueda respuesta. Propone métodos para contrastar las hipótesis.
Asombro	-Cuestiona	-Jugar
	-Reflexiona	-Explorar
		-Observar
		-Discutir
Capacidad de comunicar ideas	Opina	-Dar a conocer experiencias de su vida cotidiana.
	Argumenta	
	-Divulga	-Convince a la hora de dar una hipótesis. -Da a conocer las diferentes actividades realizadas en clase.

Fuente: adaptado de Piedrahita [7].

III. RESULTADOS

Los resultados abarcan los elementos fundamentales que el docente debe tener en cuenta para el diseño de una unidad didáctica a partir de la relación entre las actividades experimentales y el desarrollo de competencias científicas actitudinales.

De acuerdo con la teoría antes de iniciar el diseño de la unidad didáctica el docente debe recurrir a un modelo didáctico, que abordé la realidad educativa, siendo un instrumento que permite añadir el carácter descriptivo de los elementos que participan, así favorecer la construcción del conocimiento. Mayorga y Madrid [8], expresan que un modelo didáctico es una herramienta que conforma un marco de referencia para transformar

el proceso de enseñanza y aprendizaje entre docentes y estudiantes y que permite materializar el modelo pedagógico de una institución educativa.

De manera que, para la construcción de la unidad didáctica se establece el modelo constructivista, este permite que el estudiante tenga un papel más activo, a partir del apoyo y las orientaciones del docente para la construcción del conocimiento. Marzábal, Rocha y Toledo [9] plantean, que este modelo consolida estrategias reguladoras para el aprendizaje por parte del docente, produciendo un rol más activo que se puede dar a partir de actividades simples y concretas, donde el estudiante pone a prueba sus conocimientos. Por lo tanto, es preciso para promover las potencialidades de las prácticas experimentales como estrategia didáctica que aborda dimensiones conceptuales, actitudinales y procedimentales, que dan paso, a una mayor participación de los estudiantes en la construcción de conocimientos desde el desarrollo de competencia científicas [10].

Para la determinación del conjunto de elementos fundamentales en el diseño de la unidad didáctica se tomó como referente lo expuesto en los trabajos presentados por Cala y Casas [11]; Fuentes y Martínez [12], quienes establecieron elementos adecuados y favorables para la construcción de una unidad didáctica, estos se dan a conocer continuación para facilitar su interpretación.

Título

Deja ver de forma clara, sintética y global el tema central de la unidad, también se debe reconocer como él encargado de motivar y atraer el interés del lector. Cómo lo hace notar Hernández y Moreno [13] al describir que el título a pesar de ser un enunciado corto, específica apropiadamente el contenido del trabajo.

Descripción

La presentación tiene como objetivo dar a conocer el contenido de la unidad, desde la parte conceptual como procedimental, es decir que se da

a conocer el contenido, objetivos, forma de evaluar, número de sesiones, actividades, herramientas y el tiempo necesario para su desarrollo. Dicho de otra manera, siendo así, este elemento permite dejar de manera explícita la estructura de la unidad didáctica, resaltando la temática abordada, sus componentes, los conocimientos previos que se requieren, el tiempo y espacio en el cual debe ser puesta en práctica [14].

Derecho básico de aprendizaje.

Se considera fundamental para el diseño de la unidad didáctica. Siendo una herramienta que va orientada hacia el aprendizaje que se espera alcance el estudiante de acuerdo al grado que cursa, convirtiéndose en el apoyo a la propuesta a desarrollar. El Ministerio de Educación Nacional [4] da conocer que su importancia radica en que propone elementos para edificar la ruta y aprendizaje, sin embargo se debe tener en cuenta que éstos por sí solos no establecen una propuesta curricular.

Objetivos de la unidad didáctica:

Los objetivos de una unidad didáctica, van dirigidos al aprendizaje de los estudiantes, es decir, conocer lo que se espera que adquiera en concreto el estudiante durante y después de la aplicación de la unidad didáctica. Por lo tanto, se tiene en cuenta la parte procedimental, actitudinal y conceptual. Feo [15] señalan que para la formulación de los objetivos es importante ser centrados o direccionados a promover y potencializar las habilidades de los estudiantes, recurriendo a los contenidos conceptuales, procedimentales y los actitudinales; que se estructuran a partir de las necesidades e intereses de los mismos.

Contenidos:

Al hablar de los contenidos, se está haciendo referencia a los conceptos, conocimientos, habilidades y actitudes que se emplean en el desarrollo de la unidad, contribuyendo así al cumplimiento de los objetivos. Por lo tanto, hacen parte de los elementos curriculares básicos, siendo el objeto

que se emplea en el proceso enseñanza y el aprendizaje para alcanzar una educación integral [16].

Dicho lo anterior, los contenidos que se estructuran en la unidad didáctica van orientados hacia el acercamiento del concepto mezcla, lo que demanda relacionar otros conceptos como. Cómo lo hace notar Mejía [17] al indicar que el concepto mezcla es relevante en la enseñanza de las ciencias naturales, teniendo en cuenta, que por medio de este se emplean otros conceptos como soluto, sustancia, entre otros, los cuales son necesarios y precisos para generar conocimientos propios.

Secuencia de sesiones

La secuencia es uno de los elementos más importantes en una unidad didáctica, en estas se detalla las actividades que se llevarán a cabo, además se establece el espacio, tiempo, materiales curriculares, desglosando los diferentes momentos para integrar los contenidos procedimentales, actitudinales y conceptuales necesarios para el desarrollo de cada actividad.

Es de resaltar que, en la secuencia didáctica se orienta con detenimiento las actividades que dan significado a la unidad didáctica, de esta manera lo que se expone por parte del docente lleva una estructura lógica para que el estudiante aprenda de manera pertinente [15].

Evaluación

Corresponde a un proceso donde se aplican criterios para identificar y valorar si los estudiantes han adquirido los conocimientos esperados respecto a lo conceptual, procedimental y actitudinal. Tal como lo señala Arjona [16] la evaluación es un elemento fundamental en la enseñanza y aprendizaje, ya que se valoran los diferentes aspectos que surgen en cada actividad, de ahí se garantiza un desarrollo educativo adecuado. Es de resaltar que para el diseño de la unidad se tuvieron en cuenta los tres elementos expuestos por Pickering (figura 1)

Figura 1: Modelos que influyen entre la práctica y teoría.



IV. CONCLUSIONES

Los elementos fundamentales de una unidad didáctica tomados desde Pickering permiten integrar las prácticas experimentales como estrategia para promover el desarrollo de competencias científicas actitudinales, siendo de gran ayuda, debido a que otorgan una visión lógica y desarrolladora que facilita la incorporación de actividades donde se reconoce al estudiante como un protagonista activo, que construye y contrasta hipótesis, que argumenta, cuestiona y analiza, en espacios y tiempos establecidos para la edificación del conocimiento.

La unidad está bien estructurada, pues relaciona cada elemento, considerando que son el eje integrador del proceso, que proporcionan la coherencia y dirección a cada actividad, facilitando las pautas esenciales que dan apoyo al docente en el papel de orientador; en este sentido, la relación se da al establecer las prácticas experimentales como estrategia didáctica para el acercamiento al concepto mezcla, contextualizando a partir de los conocimientos y experiencias el proceso de enseñanza, en espacios propicios para despertar el interés, la curiosidad, mejorar la comunicación, y la argumentación; como respuesta a lo requerido por el Ministerio de Educación Nacional siendo pertinentes y coherentes con las estrategias de enseñanza y aprendizaje que busca el grado de aceptación por parte de los estudiantes en cuanto la estrategia metodológica.

Finalmente, estos elementos permitieron el diseño de una secuencia didáctica basada en prácticas experimentales que termina siendo una propuesta para futuras investigaciones desde su aplicación, debido a que es una herramienta útil que busca facilitar el proceso de enseñanza de las ciencias naturales en relación con su contexto.

REFERENCIAS

- [1] R. P. M. V. C. & P. M. Arbeláez, « Concepciones sobre competencias. Revista Docencia Universitaria,» Revista Docencia Universitaria, 9(1), 147-150, 2018.
- [2] Espinosa-Ríos, E. A., González-López, K. D., & Hernández-Ramírez, L. T. «Las prácticas de laboratorio. Entramado,» 12(1), 266-281, 2016.
- [3] Ruiz Alvarez, J., Collazos Pinto, J. C., & Paky, R. «Las competencias científicas a través de la integración de áreas en primaria» (Master's thesis, Escuela de Educación y Pedagogía), 2018
- [4] Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN). «Derechos básicos de aprendizaje: lenguaje, » 2015
- [5] Marulanda, J. I., & Gómez, L. A. «Experimentos en el aula de clase para la enseñanza de la física» Revista colombiana de Física, 38(2), 699-702, 2006.
- [6] Ortega, A. O. «Enfoques de investigación». ResearchGate,2018
- [7] Piedrahita, E. J.N, Guali, I. S. N., & Trujillo, L. G. G. «Diviértete y aprende explorando en el science club» (Trabajo de grado, Universidad Surcolombiana), 2018
- [8] Mayorga Fernández, M. J., & Madrid Vivar, D. «Modelos didácticos y Estrategias de enseñanza en el Espacio Europeo de Educación Superior, » 2010.
- [9] Marzábal, A., Rocha, A., & Toledo, B. «Caracterización del desarrollo profesional de profesores de ciencias-parte 2: Proceso de apropiación de un modelo didáctico basado en el ciclo constructivista del aprendizaje,» Educación química, 26(3), 212-223, 2015

- [10] Espinosa-Ríos, E. A., González-López, K. D., & Hernández-Ramírez, L. T. «Las prácticas de laboratorio. Entramado,» 12(1), 266-281, 2016.
- [11] Cala, L., Mariño L y Casas J. «Programas guía de actividades desde la resolución de problemas: una estrategia contextual de intervención didáctica en electroforesis,» *Tecné, Episteme y Didaxis: TED No. Extraordinario*, 4° Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias, 2009.
- [12] Fuentes-Hurtado, M., & Martínez, J. G. «Evaluación inicial del diseño de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC. Edutec,» *Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (70), 1-17. 2019
- [13] Hernández de la Rosa, Y., & Moreno-Martínez, F. L. «Hace falta ciencia también para escribir un título,» *CorSalud*, 12(3), 362-363, 2020.
- [14] Educrea.cl. «La Unidad didáctica: Orientaciones para su elaboración. Programaciones, Unidades Didácticas y Técnicas de Comunicación,» Curso 2003-04, 2003 36. http://nti.educa.rcanaria.es/curriculo2001/Can_Bac.htm
- [15] Feo, R. «Orientaciones básicas para el diseño de estrategias didácticas,» 2010
- [16] Arjona, M. L. «Importancia y elementos de la programación didáctica,» *Hekademos: Revista Educativa Digital*, 7, 5–22, 2010.
- [17] Mejía Gaviría, L. M. «Propuesta de enseñanza sobre el concepto de mezclas para el fortalecimiento de la argumentación en estudiantes de grado 5 en el marco de la teoría del aprendizaje significativo crítico,» Facultad de Ciencias, 2018.
- [18] Pickering, A. *The Mangle of Practice: Time, Agency, and Science*. Chicago: The University of Chicago Press, 1995

AUTORES

Lina Yisela Paladines Sarria

Estudiante del magister en Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales; Licenciada en Ciencias Naturales: Física, Química y biología, de la Universidad Surcolombiana, Docente Ciencias Naturales-Física y Química en la Institución Educativa Bateas.

Áreas de investigación: Enseñanza y aprendizaje de las ciencias exactas y naturales, química.

Zully Cuellar López:

Doctora internacional de la Universidad Autónoma de Madrid; Especialista y Magíster de la universidad del Valle; Normalista y Licenciada en Biología y Química de la universidad Santiago de Cali; Docente e investigadora asociada, coordinadora del Semillero CiNaFe, Integrante del Grupo de Investigación Interinstitucional Ciencia, Acciones y Creencias. Decana de la facultad de educación de la Universidad Surcolombiana.

Áreas de investigación: Enseñanza de las ciencias naturales, interdisciplinar, educación ambiental y formación de maestros.

Héctor Jairo Osorio Zuluaga

Doctor en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; Profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Director Departamento de Física y Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Docente Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Investigador Asociado Colciencias.

Áreas de investigación: Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias exactas y naturales, química orgánica.



TRABAJOS PRÁCTICOS CON ENFOQUE INVESTIGATIVO PARA EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO MEZCLAS¹

Practical work with an investigative approach
for learning the concept of mixtures

*Cuesta-Caicedo, Diana Maribel², Giraldo-Arbeláez, Jorge Eduardo³,
Osorio-Zuluaga, Héctor⁴*

-
- 1 Este artículo es resultado del trabajo final de maestría “Trabajos prácticos con enfoque investigativo para el aprendizaje del concepto mezcla en grado sexto”, presentado para optar por el título de Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales.
 - 2 Esp., docente de Ciencias Naturales en la Institución Educativa Técnica San José de Fresno. ORCID:0000-0001-6967-0211, Contacto: dcuesta@unal.edu.co
 - 3 M.Sc., profesor asociado del Departamento de Física y Química de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. ORCID: 0000-0002-4102-5701. Contacto: jegiraldoarb@unal.edu.co
 - 4 Dr.Sc., profesor asociado del Departamento de Física y Química de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. ORCID: 0000-0002-0227-588X. Contacto: hjosoriozu@unal.edu.co

Resumen

Este trabajo se desarrolló con 20 estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Técnica San José del municipio de Fresno y propone implementar el trabajo práctico con enfoque investigativo mediante guías orientadoras de manera que posibilite el aprendizaje del concepto mezcla. Para ello, se realizó una evaluación diagnóstica conformada por dos cuestionarios, inicialmente se aplicó el cuestionario No. 1, formado por 13 preguntas de selección múltiple, luego se implementaron 2 guías conceptuales, una sobre mezclas homogéneas y otra sobre mezclas heterogéneas. Posteriormente se aplicó el cuestionario No. 2, formado por 8 preguntas abiertas, donde los estudiantes realizaron representaciones gráficas de mezclas y describieron los procesos de aplicación de los métodos de separación de mezclas. Seguidamente, se incorporó el trabajo práctico con enfoque investigativo en el aula de clase mediante tres guías orientadoras, cada guía aborda una situación problema distinta, estas guías tienen una estructura establecida que permite trabajar los experimentos con enfoque investigativo sin mayor dificultad. Finalmente, se aplicó un postest con el fin de evaluar los aprendizajes adquiridos por los estudiantes. El enfoque del trabajo es mixto con un alcance descriptivo-interpretativo, los resultados obtenidos permitieron evidenciar que los estudiantes comprendieron los procesos experimentales que trabajaron, fortaleciendo así su capacidad investigativa, de igual manera se evidenció un progreso en el aprendizaje de conceptos químicos y también interactuaron en grupo, motivándose a trabajar la experimentación de otra manera que no es la de tipo receta.

Palabras clave: mezcla, métodos de separación, trabajo práctico investigativo, aprendizaje.

Abstract

This work was developed with 20 sixth-grade students from the San José Technical Educational Institution in the municipality of Fresno and proposes to implement practical work with an investigative approach through guiding guides in a way that enables the learning of the mixture

concept. For this, a diagnostic evaluation was made consisting of two questionnaires, initially questionnaire No. 1 consisting of 13 multiple-choice questions was applied, then 2 conceptual guides were implemented, one on homogeneous mixtures and another on heterogeneous mixtures, later the Questionnaire No. 2, consisting of 8 open questions, where the students made graphic representations of mixtures and described the processes of application of the methods of separation of mixtures, then the practical work with an investigative approach was incorporated in the classroom through three guides guidance, each guide addresses a different problem situation, these guides have an established structure that allows to work the experiments with an investigative approach without greater difficulty, finally a post-test was applied in order to evaluate the learning acquired by the students. The work approach is mixed with a descriptive-interpretative scope, the results obtained allowed to show that the students understood the experimental processes that they worked on, thus strengthening their investigative capacity, in the same way a progress in the learning of chemical concepts was evidenced and they also interacted in a group motivating themselves to work on experimentation in a way other than that of a recipe type.

Keywords: mixing, separation methods, practical investigative work, learning.

I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias naturales ha estado ligada a la experimentación con el propósito de verificar o comprobar teorías estipuladas por los científicos, la metodología adoptada para la experimentación se ha caracterizado por estar apegada al tradicionalismo, desde este enfoque, es indispensable que los estudiantes sigan las instrucciones del docente para obtener los resultados esperados.

Existe otra metodología para abordar la experimentación en el aula de clase y esta perspectiva se caracteriza por los objetivos que persigue, pues tiene como propósitos: involucrar al estudiante en la resolución de problemas, en la formulación de hipótesis, en el planteamiento y diseño de experimentos, como es el caso de los trabajos prácticos con enfoque investigativo, los cuales: “tienen como objetivo principal la comprensión procedimental de la ciencia y su contextualización práctica. Son investigaciones para resolver problemas planteados en el contexto de la vida cotidiana o de las aplicaciones prácticas de la ciencia” Caamaño [1].

Los estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Técnica San José han aprendido ciencias naturales desde el salón de clase y las oportunidades para desarrollar actividades prácticas han sido escasas. En ese sentido, la comprensión de conceptos químicos como el de mezcla y la apropiación de los procedimientos de los métodos de separación de mezclas no se han alcanzado de la manera esperada, pues los estudiantes presentan dificultades para diferenciar los tipos de mezclas y describir la aplicación de los métodos de separación.

Por tal motivo, se propone implementar el trabajo práctico con enfoque investigativo en el aula de clase para posibilitar el aprendizaje del concepto mezcla, para lo cual se identificaron los saberes previos que poseían los estudiantes mediante una prueba diagnóstica, se implementaron guías orientadoras con espacios vacíos para abordar el trabajo práctico investigativo y, finalmente, se evaluó la implementación de la estrategia con relación a los aprendizajes alcanzados por los estudiantes. De este

modo, es reto del docente plantear a sus estudiantes actividades que logren motivarlos para: “Mantener el entusiasmo y el interés de los alumnos es muy importante recurrir a ejemplos de la vida diaria cada vez que un tema se presta a ello o experimentos sencillos que pueden entender y que si son más llamativos dejarán más impacto en ellos y les permitirá recordar mejor”. Martin y Martin [2]

II. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

Esta propuesta se desarrolló desde un enfoque mixto con un alcance descriptivo-interpretativo en el que participaron 20 estudiantes de grado sexto, sus edades oscilan entre 11 y 13 años. El trabajo se ejecutó en cinco momentos que se llevaron a cabo de la siguiente manera: identificación de ideas previas con un cuestionario de preguntas cerradas, implementación de guías de conceptualización, identificación de ideas previas con un cuestionario de preguntas abiertas, implementación de 3 guías orientadoras y, finalmente, la aplicación de un postest.

Para incorporar el trabajo práctico investigativo en el aula de clase, se requiere avanzar en sus diferentes fases, las cuales se describen a continuación, Caamaño [1].

1. Planteamiento y percepción del problema

El profesor plantea y contextualiza el problema a resolver y los estudiantes han de comprenderlo y conceptualizarlo. Con respecto al planteamiento de situaciones problema, es importante tener en cuenta que el docente debe “Presentar situaciones problemáticas abiertas de un nivel de dificultad adecuado (...) con objeto de que puedan tomar decisiones para precisarlas y entrenarse así en la transformación de situaciones problemáticas abiertas en problemas precisos” Gil y Valdés [3]

2. Planificación

Debe decidirse el método que se puede utilizar y planificar el procedimiento experimental y los cálculos que serán necesarios realizar,

hasta disponer de una visión global de la investigación. Es en esta fase donde proponemos una secuencia de cuestiones estructuradas que guíen el diálogo profesor alumnos, que debe conducir a una elaboración conjunta del procedimiento de resolución.

3. Realización

Implica el montaje experimental, la toma de medidas y el tratamiento numérico, gráfico o informático de los datos.

4. Evaluación

Implica la valoración del resultado o resultados obtenidos y el análisis de su plausibilidad, comparando con los resultados obtenidos por otros grupos y con los valores que puedan encontrarse tabulados.

5. Comunicación

Implica la redacción de un informe y, siempre que se pueda, la comunicación oral de la investigación realizada.

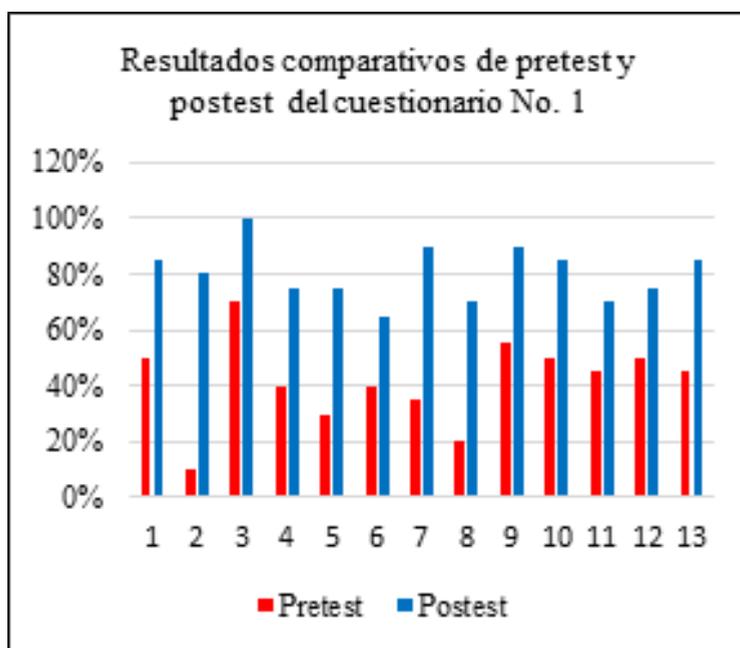
Para abordar el trabajo práctico-investigativo desde esta perspectiva, es importante que el docente construya una situación problema que evoque el contexto de los estudiantes, de manera que puedan comprenderlo y conceptualizarlo a partir de los conocimientos que poseen. En esta etapa es indispensable no avanzar a la siguiente fase hasta que el grupo de estudiantes haya comprendido correctamente el problema.

Las fases siguientes, que corresponden a la planificación, realización, evaluación, y comunicación, dan autonomía a los estudiantes para su desarrollo, el docente por su parte cumple el papel de orientador sobre todo en las fases de planificación y familiarización de la situación problema, dado que a partir de preguntas dialogadas entre docente y estudiantes surgen las ideas pertinentes para una correcta planificación y diseño del experimento.

Al finalizar la implementación de la estrategia se aplicaron nuevamente los cuestionarios utilizados como pretest en la prueba diagnóstica, en este caso se aplicaron con el fin de reconocer el progreso de los aprendizajes alcanzados por los estudiantes.

Los resultados obtenidos en el pretest y postest en el cuestionario No. 1 se esbozan en la siguiente gráfica.

Gráfica 1. Resultados comparativos del cuestionario No.1.



Fuente: elaboración propia

Al respecto, es posible decir que, al cabo de la implementación de las guías orientadoras, los resultados obtenidos son positivos, dado que en todas las preguntas se evidencia un incremento en el porcentaje de estudiantes que acertaron en cada pregunta. A continuación, se hace un análisis de acuerdo con el enfoque de cada pregunta.

Las preguntas 1 y 2 tenían como objetivo reconocer la capacidad del estudiante para identificar mezclas en su entorno, e identificar si logra

seleccionar la definición correcta sobre el concepto mezcla, en el pretest solo la mitad del grupo de estudiantes logró identificar mezclas líquidas en su entorno y solo 2 estudiantes habían seleccionado la definición correcta de mezcla. Por el contrario, en el postest se puede evidenciar que el porcentaje de estudiantes que identifican mezclas pasó del 50 % al 85 % y el porcentaje de estudiantes que reconocen la definición correcta de mezcla paso del 10 % al 80 %, lo cual indica que las actividades implementadas les permitieron contextualizar y precisar el concepto mezcla.

Las preguntas 3, 4, 5 y 10 tenían como objetivo identificar si los estudiantes clasifican los tipos de mezclas correctamente. La pregunta 3 indica que el porcentaje de estudiantes que reconocen los términos que definen los tipos de mezclas pasó del 70 % al 100 %, la pregunta 4 indica que la cantidad de estudiantes que reconoce mezclas homogéneas aumentó en un 35 %, la pregunta 5 indica el porcentaje de estudiantes que reconocen las mezclas heterogéneas, el cual incremento el 45 % y, en la pregunta 10, se observa que el 85 % de los estudiantes tienen la capacidad de predecir la formación de mezclas homogéneas y heterogéneas.

De este modo, es posible concluir que al menos el 75 % de los estudiantes saben identificar mezclas homogéneas y heterogéneas de manera correcta, pues durante los trabajos prácticos los estudiantes manipularon mezclas homogéneas y heterogéneas, es así que, en el postest, las identificaron con mayor facilidad, lo que permite corroborar que esta estrategia genera aprendizajes conceptuales, puesto que en la práctica se relaciona la teoría sobre mezclas.

La pregunta 6 indica el porcentaje de estudiantes que relacionan la propiedad de punto de ebullición cuando se debe separar una mezcla homogénea de dos líquidos miscibles, el porcentaje aumentó el 25 %. Por su parte, las preguntas 7, 8, 9, 11, 12, y 13 tenían como objetivo reconocer si los estudiantes identifican correctamente los métodos de separación que deben aplicar de acuerdo con la mezcla que poseen o si deducen qué tipo de mezclas podrían separar con un método específico.

Los resultados de la pregunta 7 permiten observar que el porcentaje de estudiantes que identifica la aplicación del método decantación adecuadamente es del 90 %, el mismo porcentaje identifica correctamente el método de filtración. Para la pregunta 13, que corresponde a la aplicación del método de evaporación, se encuentra que el 85 % de los estudiantes lo hacen correctamente, en cuanto al método de tamizado se encontró que de 2 estudiantes que lo reconocían en el pretest pasaron a ser 14 estudiantes que tienen claridad a la hora de aplicarlo en la separación de mezclas, esto significa que los trabajos prácticos investigativos aplicados hicieron posible la comprensión y apropiación de los métodos de separación, ya que en las tres guías orientadoras se abordaron situaciones problema que implicaban la aplicación de estos métodos.

Los resultados indican que estos métodos fueron comprendidos y apropiados por los estudiantes, lo cual reafirma el postulado de Merino y Herrero [4], quienes refieren en cuanto a los trabajos prácticos que “Si el modelo está convenientemente diseñado y el grado de dificultad del trabajo está controlado, la implicación de los alumnos y su grado de colaboración en el trabajo de equipo, así como los niveles de aprendizaje alcanzados, serán satisfactorios”

En cuanto a los resultados más representativos obtenidos en el cuestionario de preguntas abiertas, se evidencian, en primer lugar, los cambios conceptuales sobre las mezclas desde el lenguaje gráfico y científico de la química, a continuación, se observan las representaciones gráficas de una mezcla homogénea.

Gráfica 2. Representaciones gráficas de una mezcla de agua y sal.

Gráfico realizado por E7.	Gráfico realizado por E5.	Gráfico realizado por E13.
<p>Antes</p>	<p>Antes</p>	<p>Antes</p>
<p>Después</p>	<p>Después</p>	<p>Después</p>

Fuente: elaboración propia

Después de la implementación de la estrategia, más de la mitad del grupo realizó la representación gráfica de una mezcla homogénea desde una perspectiva microscópica, se pueden observar las moléculas de agua con sus respectivos enlaces, de igual manera, la nomenclatura que utilizaron los estudiantes para identificar las sustancias es más apropiada que la utilizada en la primera prueba. Los estudiantes identifican que la molécula de agua está formada por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno y se aprecia una geometría molecular.

En la siguiente figura se indican los gráficos realizados por los estudiantes de una mezcla heterogénea.

Gráfica 3. Representaciones gráficas de una mezcla de agua y aceite.

Gráfico realizado por E14.	Gráfico realizado por E17.	Gráfico realizado por E9.
<p>Antes</p>	<p>Antes</p>	<p>Antes</p>
<p>Después</p>	<p>Después</p>	<p>Después</p>

Fuente: elaboración propia

Se encontró que un 80 % de los estudiantes realizaron la representación gráfica de una mezcla heterogénea desde una perspectiva microscópica, en la cual se logra evidenciar las fases de la mezcla ubicadas correctamente, el agua fue ubicada en el fondo, entendiéndose que por ser más densa que el aceite se ubicara en la parte inferior, por su parte, el aceite fue ubicado en una fase distinta a la del agua asumiendo que los dos líquidos no son miscibles y por ser el aceite menos denso, entonces ocupará la fase superior.

A continuación, se muestran las descripciones realizadas por los estudiantes en el pretest y en el postest sobre los métodos de tamizado, filtración, evaporación y decantación.

Descripciones del método de tamizado.

Respuestas	No.	%	Respuestas.	No.	%
<u>Tamizado:</u> hacen alusión a este método mencionando el instrumento o los pasos que realizarían.	7	35	E2. porque por medio del tamiz se separan las partículas más pequeñas. E5. tamizado para separar cogemos un tamiz y echamos la mezcla y depende del tamaño de las partículas. E7. pondría toda la mezcla en un tamizador y sacudirlo para que las pepitas pequeñas pasen mientras las grandes se quedan. E10. tamizaría la mezcla hasta obtener que los materiales más pequeños como arena y tierra pasaran por el tamiz y el oro se separaría.	16	80
Imantación, Ideas erróneas, Sin respuesta.	13	65	Otras respuestas: Levigación, Decantación, Filtración.	4	20

Fuente: elaboración propia

Descripciones del método de filtración.

Descripción	No.	%	Descripción.	No	%
<u>Filtración:</u> hacen alusión a este método, sin embargo, únicamente dos estudiantes describen el proceso que realizarían. E2. E14.	4	20	E3. consiste en separar un sólido de un líquido, por medio de un papel filtro el sólido se queda en el filtro y el líquido pasa. E5. cogería un colador de tela y pasaría por el colador la mezcla del café molido y agua caliente y queda el café molido retenido. E7. pondría la mezcla en un filtro para que el líquido bajara a un recipiente y el sólido se quedara arriba en el filtro. E12. pasaría el café molido con agua caliente por el colador y como las partículas más pequeñas se quedan abajo y las más grandes se quedan arriba.	14	70

Fuente: elaboración propia

Descripciones del método de evaporación.

Respuestas	No	%	Respuestas	No	%
<u>Evaporación:</u> E1. E3. E19. E5. E9. E13. E17.	7	35	<u>Evaporación:</u> E5. cogemos un soporte y le ponemos una lata plana encima y la vela la ponemos debajo y ponemos la mezcla en otra lata encima de la lata plana y prendemos la vela de después por el fuego se evaporará el H ₂ O y queda el NaCl, E6. el procedimiento es revolver agua con sal y después ponerlo en llama hasta calentarlo a 100°C, E17. calentaría el agua a 100 °C y de este modo atraparía el vapor y el vapor saldría sin sal.	20	100

Fuente: elaboración propia

Descripciones del método de decantación.

Respuestas	No.	%	Respuestas	No.	%
<u>Decantación:</u> E5. E3. E7. E10. E17.	5	25	<u>Decantación:</u> E12. en un embudo de decantación ponemos el agua y el aceite, el aceite queda arriba y el agua pasa por un pitillo que queda abajo del agua y queda separado, E16. el método de decantación para que el agua quede abajo en un recipiente y para separar el agua y el aceite utilizamos un embudo y así separamos agua y aceite. E17. Pondría la mezcla en un embudo y esperaría que la sustancia menos densa flotara, luego abriría la llave y dejaría salir el agua.	16	80

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos en el postest fue posible identificar que los aprendizajes de los estudiantes en cuanto a la aplicación de los métodos de separación avanzaron significativamente, ya que al principio la mayoría del grupo solo conocía el nombre del método sin

lograr explicar en qué consiste o cómo se aplica. En cambio, en el postest se encontró que la mayoría de los estudiantes logran describir los procesos para la separación de mezclas homogéneas y heterogéneas, específicamente hablando de los métodos de tamizado, filtración, evaporación y decantación.

III. CONCLUSIONES

El reconocimiento de los saberes previos es un paso fundamental que se debe aplicar al iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje de cualquier concepto, pues en este caso se pudieron identificar las dificultades que presentaban los estudiantes con respecto a la clasificación de las mezclas, a la elaboración de representaciones gráficas de mezclas y a la descripción de los métodos de separación.

La metodología que se emplea para implementar la experimentación en el aula de clase debe ser resignificada, de modo que los objetivos no sean la comprobación de una teoría, si no el aprendizaje sobre la investigación científica, para que el estudiante se involucre en la solución de situaciones problema que sean contextualizadas y, sobre todo, de su interés.

El trabajo práctico con enfoque investigativo posibilita que los estudiantes se apropien de los conceptos y avancen en la comprensión de procedimientos, esto permite inferir que es posible enseñar y aprender a través de la experimentación abordándola de una manera diferente, ya que en este proceso se percibió que los estudiantes fortalecieron su aprendizaje sobre mezclas y además, a medida que avanzaba el proceso, desarrollaron su capacidad investigativa, ya que se ponían en juego habilidades científicas como la elaboración de hipótesis, resolución de problemas, planteamiento de diseños experimentales, análisis y discusiones en grupo.

Para incorporar el trabajo práctico con enfoque investigativo en el aula de clase se requiere diseñar situaciones problema contextualizadas, además, es importante asegurarse que estas sean comprendidas completamente y así continuar con las construcciones de soluciones posibles.

Las guías orientadoras con espacios vacíos permiten abordar los trabajos prácticos investigativos de manera focalizada, así, el estudiante avanza en cada fase a su debido tiempo, siguiendo la secuencia genuina de la investigación.

Es una realidad que se puede incorporar la experimentación en el aula de clase para enseñar desde otra perspectiva, no es una utopía que los estudiantes aprendan a investigar desde sus años iniciales, pues no necesitan que el docente les dé instrucciones, sino más bien una orientación adecuada con el enfoque indicado y mediante este proceso los estudiantes alcanzan niveles de calidad altos en cuanto al aprendizaje de conceptos y de procedimientos.

Es indispensable trabajar en grupo con los estudiantes, ya que les permite compartir ideas, darle importancia a la cooperación en su formación integral, establecer relaciones con sus pares, interactuar con propuestas, discutir planteamientos para mejorarlos, fortalecer su capacidad de iniciativa y participación durante las actividades y apropiarse como grupo de su proceso de aprendizaje.

REFERENCIAS

- [1] A. Caamaño, “Trabajos prácticos investigativos en química en relación con el modelo atómico-molecular de la materia, planificados mediante un diálogo estructurado entre profesor y estudiantes”, *Educación química*, 16(1) , pp. 10-19, 2005.
- [2] M. Martín, y M. Martín. “Algunas reflexiones sobre Enseñanza de Química a Nivel Elemental” *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 2000, No. 4, pp. 40-44.
- [3] D. Gil, y P. Valdés, “La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo”, *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), pp. 155-163, 1996.
- [4] H. Herrero, y J. M. Merino “Resolución de problemas experimentales de Química: una alternativa a las prácticas tradicionales”, *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, vol. 6, pp. 630-648, 2007.

AUTORES

Diana Maribel Cuesta Caicedo

Especialista en Pedagogía, de la Universidad del Tolima; licenciada en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, de la Universidad de Nariño; docente de secundaria en la Institución Educativa Técnica San José en Fresno.

Áreas de investigación: enseñanza y aprendizaje de las ciencias exactas y naturales.

Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez

Magíster en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; docente Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.

Áreas de investigación: enseñanza y aprendizaje de las ciencias exactas y naturales, química general.

Héctor Jairo Osorio Zuluaga

Doctor en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; director Departamento de Física y Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; docente Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Investigador Asociado Colciencias.

Áreas de investigación: enseñanza y aprendizaje de las ciencias exactas y naturales, química orgánica.



APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP) COMO ESTRATEGIA PARA EL APRENDIZAJE DE LA ESTEQUIOMETRÍA¹

Problem-based learning (PBL)
as a strategy for learning stoichiometry

*Sánchez-Medina, Iris Adriana², Giraldo-Arbeláez,
Jorge Eduardo³, Osorio-Zuluaga, Héctor Jairo⁴*

-
- 1 Producto derivado del proyecto de investigación “Aprendizaje basado en problemas (ABP) como estrategia para el aprendizaje de la estequiometría”, presentado para optar por el título de Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.
 - 2 Institución Educativa San Pablo; código ORCID 0000-0002-0450-2433.
Contacto: irsanchezm@unal.edu.co.
 - 3 M.Sc., profesor asociado del Departamento de Física y Química de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, código ORCID: 0000-0002-4102-5701.
Contacto: jegiraldoarb@unal.edu.co
 - 4 Dr.Sc., profesor asociado del Departamento de Física y Química de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, código ORCID: 0000-0002-0227-588X.
Contacto: hjosoriozu@unal.edu.co

Resumen

En este trabajo se determinaron las ideas previas y las dificultades conceptuales que los estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa San Pablo del municipio de Pueblo Rico, Risaralda, poseen frente a la comprensión de la estequiometría y conceptos subyacentes; datos recopilados por medio de un cuestionario categorizado de carácter mixto (preguntas abiertas y cerradas) autoadministrado por medio de sitio web. El trabajo es no experimental de diseño transeccional descriptivo con enfoque mixto. Los resultados obtenidos se usaron como insumo para diseñar una macrosecuencia didáctica, es decir, una secuencia compuesta por subsecuencias, cuya intencionalidad es contribuir a mejorar la enseñanza y aprendizaje de la estequiometría. Dicha macrosecuencia se fundamenta en la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) a través de la técnica de los siete pasos de Maastricht donde se incluyen contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, así como diversos tipos, técnicas e instrumentos de evaluación. La dinámica interna de la secuencia didáctica bajo el enfoque ABP ofrece grandes posibilidades para el mejoramiento del proceso de aprendizaje de la estequiometría debido a que, al emplear problemas propios del contexto y estudiarlos en un orden secuencial y congruente, promueve el aprendizaje significativo de los conceptos al mostrarle al estudiantado la utilidad y relevancia de la información que se brinda y al promover el desarrollo de destrezas de pensamiento a través de la activación de procesos cognitivos que generan acción intelectual.

Palabras clave: secuencia didáctica, aprendizaje basado en problemas, estequiometría.

Abstract-Instructions

This work determined the previous ideas and the conceptual difficulties that the eleventh-grade students of the San Pablo Educational Institution in Pueblo Rico, Risaralda have in understanding stoichiometry and underlying concepts; data collected through a mixed categorized

questionnaire (open and closed questions) self-administered through the website. The project is a non-experimental descriptive transactional design with a mixed approach. The results obtained were used as input to design a didactic macro sequence, that is, a sequence composed of subsequences, whose intention is to contribute to improving the teaching and learning of stoichiometry. This macro sequence is based on the methodology of Problem Based Learning (PBL) through the Maastricht seven-step technique that includes conceptual, procedural and attitudinal contents, as well as various types, techniques and evaluation instruments. The internal dynamics of the didactic sequence under the PBL approach offers great possibilities for improving the stoichiometry learning process because, by employing context-specific problems and studying them in a sequential and congruent order, it promotes to the significant learning of the concepts by showing students the usefulness and relevance of the information provided and by promoting the development of thinking skills through the activation of cognitive processes that generate intellectual action.

Keywords: didactic sequence, problem based learning, stoichiometry.

I. INTRODUCCIÓN

La educación en ciencias presenta una serie de problemáticas, algunas de vieja data, que dificultan tanto su enseñanza como su aprendizaje, desde su sentido teleológico y pragmático [1].

La Química no es ajena a esa problemática puesto que es un área de la ciencia que presenta un alto lenguaje simbólico y abstracto, además, estudia la materia desde el nivel micro hasta el macroscópico, lo que le confiere una alta complejidad a su proceso de enseñanza-aprendizaje. A ello se suma que las metodologías empleadas para impartir sus conocimientos tienen un enfoque, generalmente, tradicional, basado en la transmisión-recepción de información sin tener en cuenta los procesos para su construcción y la relación que estos tienen con la cotidianidad del estudiante. Esto, consecuentemente, ha conducido a que los pilares fundamentales de la ciencia (el pensamiento crítico, las habilidades de razonamiento, generación de hipótesis, argumentación, análisis, entre otras), se vean sesgados [1].

En relación con lo anterior, [2] plantea que la química es un agregado de conceptos abstractos y complejos y su real comprensión precisa la capacidad de describir y explicar el fenómeno abordado en 3 niveles de representación: (1) sensorial (macroscópico), (2) simbólico (ecuaciones, fórmulas) y (3) de partículas (submicroscópico: átomos, moléculas, iones).

En el mismo sentido, [3] propone que como los estudiantes presentan una imposibilidad de “ver” el nivel microscópico (o de partículas) no pueden captar el real significado de las reacciones químicas y, por ende, el entramado de la química desaparece para ellos en una neblina de sucesos impenetrables, ajenos, por completo, a su interacción cotidiana con el mundo “continuo”.

En concordancia con esto, [4] plantean que los alumnos también presentan deficiencias en el abordaje de problemáticas de índole científico en cuanto a tácticas de razonamiento y resolución de problemas, es decir,

saben seguir procedimientos rutinarios, pero no entienden lo que hacen y, consecuentemente, no logran explicarlos ni aplicarlos en la resolución de nuevas situaciones.

Del mismo modo, el estudio de la estequiometría, al ser un pilar fundamental de la Química, también se encuentra inmerso en este entramado de situaciones que dificultan su comprensión conceptual y el desarrollo de habilidades científicas intrínsecas a él.

En este sentido, [5] exponen que algunas de las dificultades más recurrentes en las que se ven inmersos los educandos al enfrentarse al estudio de la estequiometría son: confusión entre las distintas cantidades químicas, no comprenden las fórmulas químicas, no conservan la masa ni los átomos en una reacción química, no comprenden el concepto de reactivo límite, comprenden las ecuaciones químicas de manera incompleta.

Es así como lo anteriormente expuesto entra en contraste con las habilidades científicas que el Ministerio de Educación Nacional [6] fomenta mediante los Estándares Básicos de Competencia y los Derechos Básicos de Aprendizaje (exploración de hechos y fenómenos, análisis de problemas, observación, recolección y organización de información relevante, utilización de diferentes métodos de análisis, evaluación de dichos métodos e información de resultados).

Por lo cual es menester cambiar las metodologías tradicionales con las cuales se aborda el estudio no solo de la estequiometría sino de la Química misma.

Relacionado con esto, [7] propone que primeramente debe involucrarse a los alumnos en el estudio de fenómenos, para luego dirigirlos a que desarrollen ideas que posteriormente son evaluadas, mostrándoles, así, cómo el conocimiento adquirido puede ser empleado en nuevas situaciones.

De esta manera, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) constituye una alternativa prometedora ya que, según [8], el ABP es un enfoque pedagógico que favorece el aprendizaje de los estudiantes porque permite que aprendan mientras resuelven activamente problemas significativos en un entorno colaborativo. Además, crean hábitos de aprendizaje autorregulado y modelos mentales para el aprendizaje por medio de la práctica y la reflexión.

Por otra parte, las secuencias didácticas sirven como herramienta para organizar situaciones de aprendizaje y cuyo principal objetivo es generar aprendizajes significativos mediante la jerarquización y secuenciación de contenidos, por lo que su planeación requiere de una secuencia acorde al contexto de los educandos teniendo en cuenta sus ideas previas y, de esta manera, promover la construcción de redes de conocimiento que involucren los niveles conceptual, procedimental y actitudinal [9].

Es así como la implementación del ABP a través de secuencias didácticas conforman una estrategia potencialmente efectiva para el desarrollo de las habilidades científicas inmersas en el proceso de comprensión de la estequiometría.

Consecuentemente, el objetivo general de este trabajo es Diseñar una secuencia didáctica fundamentada en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) para potencializar las habilidades científicas relacionadas con el aprendizaje del concepto estequiometría en estudiantes de educación media de la Institución Educativa San Pablo del municipio de Pueblo Rico, Risaralda. Cuyos objetivos específicos son: Identificar mediante la aplicación de un cuestionario, las concepciones previas que poseen los estudiantes en relación con el concepto estequiometría y Diseñar una macrosecuencia didáctica basada en el ABP para promover el desarrollo de las habilidades científicas relacionadas con el aprendizaje de la estequiometría.

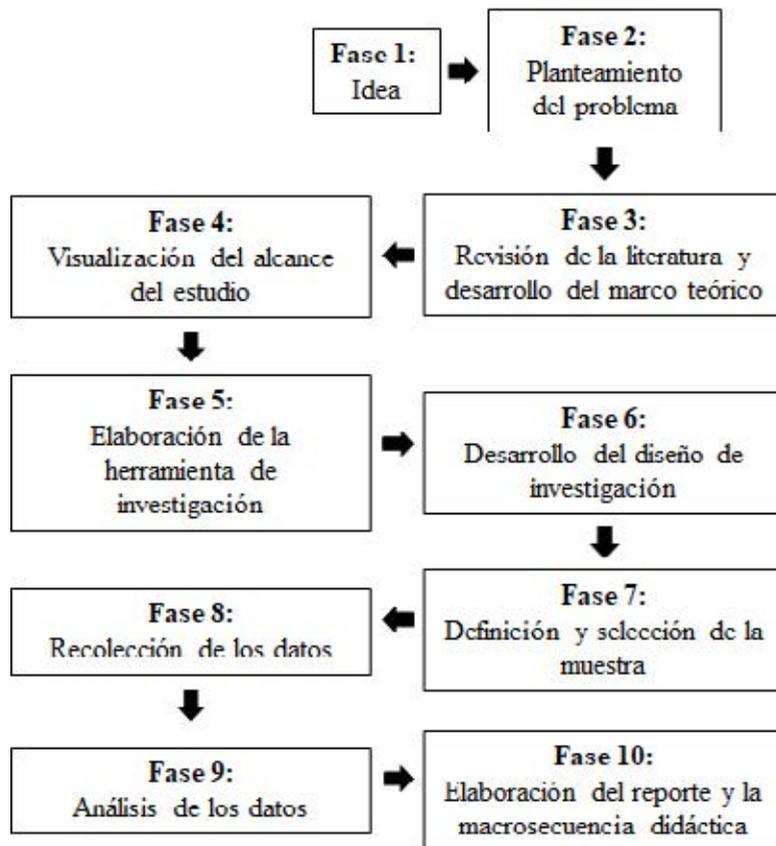
II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Este trabajo se llevó a cabo en una de las sedes urbanas de la Institución Educativa San Pablo del municipio de Pueblo Rico, Risaralda, cuyo modelo pedagógico es fundamentalmente tradicional y atiende a una población triétnica, mayoritariamente mestiza, pertenecientes a los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3, donde los núcleos familiares cuentan con poca o nula formación académica y subsisten de actividades agropecuarias y comercio a pequeña escala.

Por otra parte, el presente trabajo tiene un diseño de tipo transeccional descriptivo de tipo exploratorio, cuyo propósito es indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. Cuenta con un enfoque mixto de diseño incrustado concurrente de modelo dominante (DIAC) que colecta tanto datos cuantitativos como cualitativos de forma simultánea. Sin embargo, en el proyecto hay predominancia de uno de los métodos. Para este trabajo el método predominante es el cuantitativo [10].

Dentro de este enfoque, el trabajo se distribuye en diez fases de rigurosa implementación, tal como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Proceso de investigación.



Fuente: tomado y adaptado de [10].

Las fases fueron agrupadas de la siguiente manera:

Diagnóstico (fases 1 a 4): donde se realizó el análisis del contexto y de la población estudiantil objeto de estudio. En esta fase también se identificaron las problemáticas relacionadas con la enseñanza del concepto de estequiometría, según los planteamientos propuestos por [5].

Exploración de saberes previos (fases 5 y 6). Para esta etapa, en la fase 5 se elaboró un cuestionario categorizado de carácter mixto (preguntas abiertas y cerradas) donde se contemplaron los conceptos fundamentales para la comprensión de la estequiometría y se plantearon los objetivos para cada categoría (tablas 1 y 2).

Tabla 1. Categorías y objetivos del cuestionario de saberes previos.

Categoría	Objetivos
1. Clasificación de la materia	Determinar si el estudiante comprende la diferencia entre un elemento, un compuesto y una mezcla, a nivel submicroscópico.
	Indagar si el estudiante puede aplicar los conceptos de elemento, compuesto y mezcla en una situación real.
2. Comprensión de fórmulas químicas	Verificar si el estudiante sabe interpretar una fórmula química.
3. Transformaciones de la materia	Establecer las concepciones que tiene el estudiante sobre los conceptos de cambio químico y cambio físico y si puede diferenciarlos correctamente.
4. Cantidad de sustancia	Indagar si el estudiante comprende el concepto de mol.
	Verificar si el estudiante sabe emplear el número de Avogadro en cálculos químicos.
	Determinar si el estudiante sabe calcular la masa molar de un compuesto.
5. Cantidades químicas	Verificar que el estudiante distingue las principales unidades de medida implicadas en la estequiometría.
	Indagar si el estudiante sabe utilizar algunas unidades de medida para realizar cálculos de concentración química.
6. Reacciones y ecuaciones químicas	Establecer si el estudiante reconoce los principales tipos de reacciones químicas.
	Determinar el dominio conceptual que tiene el estudiante frente a la concepción de ecuación química.
	Establecer si el estudiante identifica la información proporcionada por una ecuación química.

Tabla 2. Categorías y objetivos del cuestionario de saberes previos (continuación).

Categoría	Objetivos
6. Reacciones y ecuaciones químicas (cont.)	Indagar si el estudiante interpreta la información dada por una ecuación química.
	Precisar si el estudiante expresa algunos cambios químicos de la materia a través de ecuaciones químicas.
	Conocer si el estudiante comprende la relación entre reacción y ecuación químicas.
7. Conservación de la materia	Indagar la concepción que el estudiante tiene acerca de la ley de la conservación de la materia.
	Determinar si el estudiante aplica la ley de la conservación de la materia en la realización de cálculos químicos.
	Precisar si el estudiante sabe balancear una ecuación química.
	Establecer el dominio conceptual que el estudiante posee con relación a la ley de conservación de la materia.
8. Estequiometría	Indagar si el estudiante establece relaciones matemáticas a partir de una ecuación química.
	Conocer la concepción que el estudiante presenta acerca de los conceptos de reactivo límite y reactivo en exceso.

Fuente: elaboración propia.

En la fase 6 se estableció el diseño no experimental transeccional de tipo exploratorio para la recolección de datos en un único momento [10].

Población de estudio (fase 7). La población de estudio se delimitó al único grupo de grado undécimo, conformado por 32 estudiantes (18 mujeres y 14 hombres) entre los 15 y 20 años, bajo el criterio de que

la población en cuestión ya había tenido, en alguna medida, formación académica en las diferentes categorías propuestas en el instrumento de saberes previos.

Recolección y análisis (fases 8 y 9). Para la fase 8 se recurrió a la técnica de cuestionario autoadministrado por envío mediante sitio web [10], con una única oportunidad de respuesta y tiempo limitado.

En cuanto a la fase 9, la información recolectada mediante las preguntas cerradas fue analizada en términos de porcentajes y diagramas de barras, mientras que la información proveniente de las preguntas abiertas fue analizada por medio de tablas de categorización, de rúbricas y de la escala de Likert.

Propuesta de intervención (fase 10). Con base en la información colectada mediante las nueve fases previas, se realizó una macrosecuencia didáctica (secuencia formada por subsecuencias) fundamentada en la metodología de *los siete pasos de Maastricht* del Aprendizaje Basado en Problemas [11].

Los parámetros para la elaboración de la macrosecuencia didáctica se indican en la figura 2.

Figura 2. Parámetros para la elaboración de una secuencia didáctica.

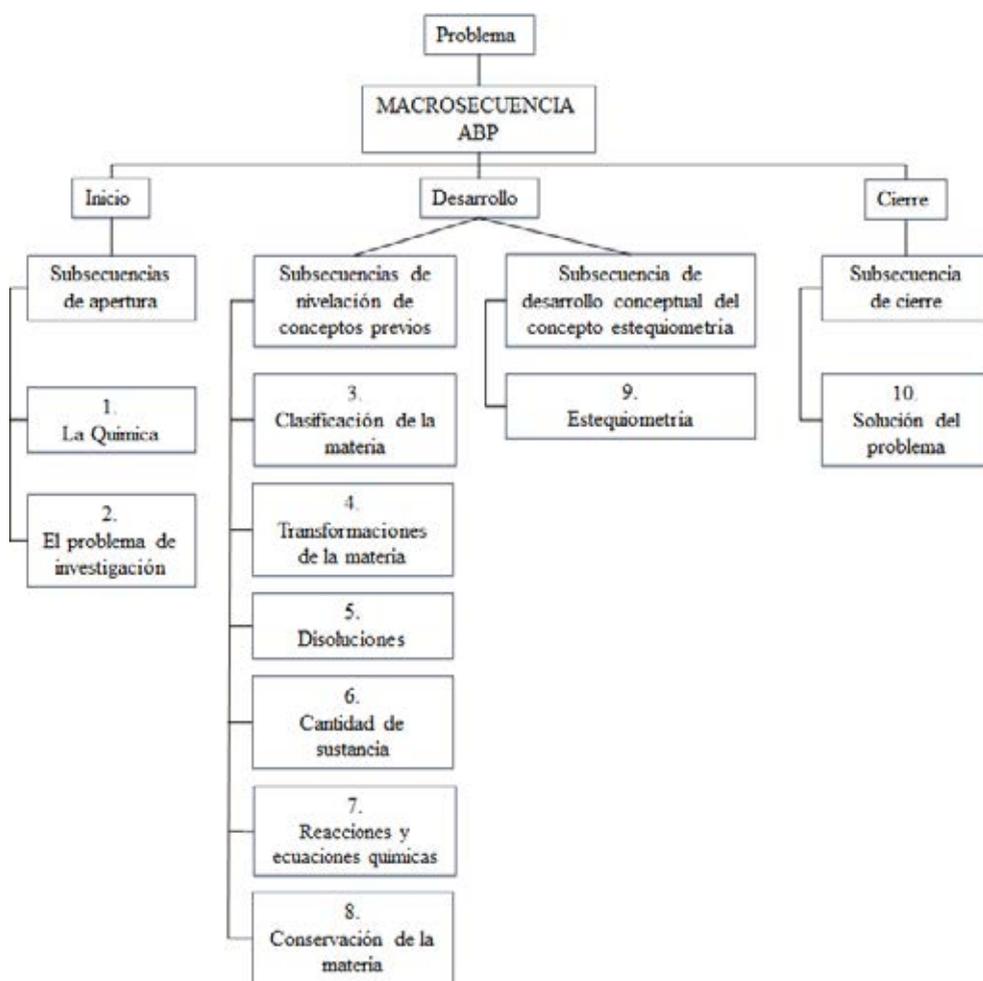


Fuente: [12].

El diseño de la macrosecuencia didáctica se elaboró mediante subsecuencias, cada una con el propósito de solucionar o mitigar las principales dificultades que presentan los estudiantes al enfrentarse al estudio de la estequiometría, según lo expuesto por [5] y bajo un análisis de coherencia interna.

La distribución de la macrosecuencia didáctica se resume en las figuras 3 y 4.

Figura 3. Organización de la macrosecuencia didáctica.



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Distribución general de la macrosecuencia didáctica.

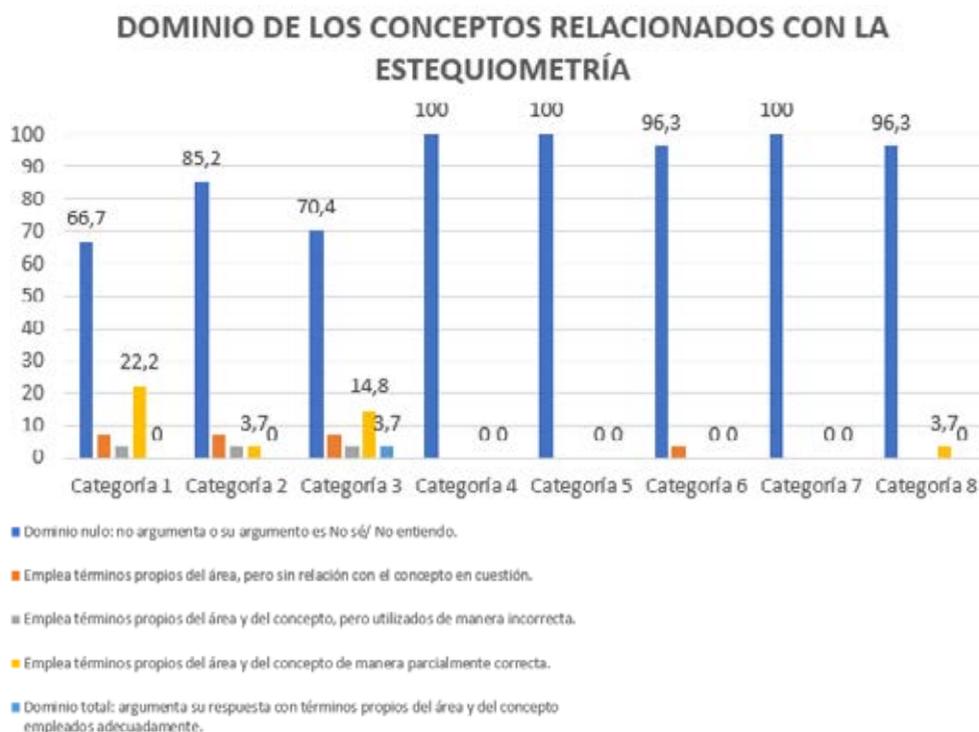
Apertura			Técnicas de evaluación	Instrumentos de evaluación
Subsecuencias	Sesiones	Tiempo	<p><u>Según su finalidad:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstica (inicial y puntual) • Formativa • Sumativa <p><u>Según su extensión:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Global • Parcial <p><u>Según los agentes evaluadores:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Heteroevaluación • Autoevaluación • Coevaluación • Metaevaluación 	Diario de campo Cuestionarios KPSI; de preguntas abiertas y cerradas; con escala Likert. Debates Folletos Fichas de estudio Reportes de consulta y análisis de información Exposiciones Ejercicios de aplicación Simuladores Prácticas de laboratorio Informe de laboratorio Crucigramas Mapas conceptuales Rúbricas
Desde la 1 hasta la primera mitad de la 3.	I a III	5 h		
Desarrollo				
Subsecuencias	Sesiones	Tiempo		
Desde la segunda mitad de la 3 hasta la 9	III a XVII	31 h		
Cierre				
Subsecuencia	Sesiones	Tiempo		
10	XVIII a XX	6 h		

Fuente: elaboración propia.

Resultados

En la figura 5 se pueden apreciar los resultados obtenidos en cuanto al dominio conceptual que presentaron los estudiantes en cada una de las categorías evaluadas.

Figura 5. Dominio conceptual de los estudiantes frente a la estequiometría y temas subyacentes.



Fuente: elaboración propia.

En términos globales, se puede evidenciar en los resultados obtenidos en las diferentes categorías indagadas por medio del instrumento de ideas previas que la población objeto de estudio presenta las mismas dificultades, propuestas por [5] al momento de enfrentarse al estudio de la estequiometría. Además, tienen dificultades con los tres niveles de representación requeridos para un aprendizaje profundo de la Química [2].

Por otro lado, los resultados también proporcionaron evidencia de que los estudiantes tienen falencias significativas en las destrezas matemáticas requeridas para la comprensión conceptual de la estequiometría y los conceptos subyacentes.

III. CONCLUSIONES

La forma de enseñanza de la estequiometría debe migrar de la resolución de problemas de manera algorítmica y mecánica a la resolución de problemas contextualizados que tengan significado para los estudiantes, permitiendo así despertar la motivación intrínseca hacia la adquisición de conocimientos científicos relacionados con tales situaciones y alcanzar, a su vez, la transformación de los conocimientos cotidianos en conocimientos científicamente aceptados.

La combinación de estas dos estrategias, la secuencia didáctica y el ABP, ofrece grandes posibilidades para el mejoramiento del proceso de aprendizaje de la estequiometría debido a que, al utilizar problemas propios del contexto y estudiarlos en un orden, secuencial y congruente, aporta al aprendizaje significativo de los conceptos al mostrarle al estudiantado la aplicación y relevancia de la información que se ofrece.

Es de suma importancia averiguar los conocimientos previos que los estudiantes tienen respecto al tema que se va a impartir y diseñar las actividades de aprendizaje o instrumentos didácticos consecuentemente empleando metodologías activas para poder conseguir que los estudiantes aprendan de manera significativa, se disminuyan los obstáculos epistemológicos y se fomente la motivación intrínseca hacia el aprendizaje, especialmente en campos de estudio o conceptos que son abstractos o muy complejos como es el caso de la Química y la estequiometría.

REFERENCIAS

- [1] J. García y J. Cauich, “¿Para qué enseñar ciencias en la actualidad? Una propuesta que articula la tecnología, la sociedad y el medio ambiente”, *Educación y Pedagogía*, vol. XX, núm. 50, pp. 111-122, enero-abril 2008.
- [2] A. Johnstone, “Macro and microchemistry”, *School Science Review*, vol. 64, pp. 377-379, 1982.

- [3] V. Kind, *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de Química*. México: Santillana, 2004.
- [4] J. Pozo y M. A. Gómez, *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ediciones Morata, S.L., 2009.
- [5] A. Raviolo y G. Lerzo, “Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual”, *Educación Química*, vol. 27, núm. 3, pp. 195-204, julio, 2016.
- [6] Ministerio de Educación Nacional, *Estándares Básicos de Competencia en Ciencias Naturales*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional, 2004.
- [7] O. Triana, “Enseñanza-aprendizaje de grupos funcionales de la química orgánica, basado en la extracción de principios activos presentes en la especie vegetal *Lippia alba* (alivia dolor)”, tesis de maestría, Caldas, UNAL, Manizales, 2016.
- [8] E. Yew y K. Gohb, “Problem-based learning: An Overview of its process and impact of learning”, *Health Professions Education*, vol. 2, núm. 2, pp. 75-79, mayo, 2016.
- [9] Ministerio de Educación Nacional, *Estrategias para hacer más eficiente el tiempo en el aula*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional, 2013.
- [10] R. Hernández, C. Fernández y P. Baptista, *Metodología de la investigación*. Quinta edición. México: Mc Graw Hill, 2010.
- [11] A. Romero y J. García, *La elaboración de problemas ABP en la metodología del aprendizaje basado en problemas*. España: recuperado de http://www.exactas.unlp.edu.ar/articulo/2017/7/13/aprendizaje_basado_en_problemas

- [12] A. Obaya y R. Ponce, “La secuencia didáctica como herramienta del proceso enseñanza aprendizaje en el área de Químico Biológicas”, *ContactoS*, vol. 63, pp. 19-25, enero, 2007.

AUTORES

Iris Adriana Sánchez Medina

Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Química Industrial, de la Universidad Tecnológica de Pereira; docente de las áreas de Química y Biología, en la Institución Educativa San Pablo del municipio de Pueblo Rico, Risaralda.

Áreas de investigación: enseñanza y aprendizaje de las ciencias exactas y naturales, química general.

Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez

Magíster en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; docente Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.

Áreas de investigación: enseñanza y aprendizaje de las ciencias exactas y naturales, química general.

Héctor Jairo Osorio Zuluaga

Doctor en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; director Departamento de Física y Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; docente Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; investigador asociado Colciencias.

Áreas de investigación: enseñanza y aprendizaje de las ciencias exactas y naturales, química orgánica.



COLONIZACIÓN DE LOS
HONGOS *PLEUROTUS OSTREATUS*
Y *PLEUROTUS ERYNGII* POR
FERMENTACIÓN EN ESTADO
SÓLIDO EN SUSTRATO DE
CACOTA DE CACAO

Colonization of the fungi *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii* by fermentation in solid state in cocoa hell substrate

Giraldo-Briceño, Daniel Esteban¹, Reyes-Pineda, Henry²

1 Universidad del Quindío; <https://orcid.org/0000-0001-5796-1126>.
Contacto: degiraldo@uniquindio.edu.

2 Universidad del Quindío; <https://orcid.org/0000-0003-3524-8658>.
Contacto: hreyes@uniquindio.edu.co

Resumen

La cáscara de cacao es un residuo agroindustrial en Colombia con un alto potencial nutricional y de bajo costo. Sin embargo, su uso está limitado por nutrientes no deseados y su acumulación en los suelos de los cultivos genera contaminaciones en los cultivos y grandes pérdidas económicas al sector cacaotero. Los hongos de especie *Pleurotus* son sistemas biocatalíticos y su uso en la fermentación en estado sólido es un método adecuado para procesos de bioconversión de residuos agroindustriales en productos de valor agregado. Este estudio busca evaluar la cáscara de cacao como sustrato para la fermentación en estado sólido y evaluar su fase de crecimiento y colonización, los sustratos de cáscara de cacao fueron esterilizados e inoculados con 20 g de cepa de *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus eryngii*, luego, se llevaron al área de incubación donde, bajo condiciones estipuladas, fueron evaluados cada día hasta completar la fase de colonización. Se obtuvo como resultados en un tiempo de 13 días crecimiento claro y vigoroso de los hongos en los sustratos, siendo el *Pleurotus Ostretatus* el microorganismo con mayor capacidad y velocidad de biotransformar y colonizar el sustrato, demostrando que estos hongos utilizan lignina y celulosa procedentes de la cacota de cacao como fuente de energía para la síntesis de proteína y otras sustancias metabólicas, lo cual permite concluir que la cacota de cacao es un sustrato adecuado y eficiente para el cultivo y producción de este hongo y, así mismo, para la bioconversión de la cáscara de cacao a biomasa fúngica.

Palabras clave: sustrato de cacao, Metilxantinas, *Pleurotus*, fermentación en estado sólido, biotransformación

Abstract

The cocoa shell is an agro-industrial waste in Colombia with a high nutritional potential and low cost. However, their use is limited by unwanted nutrients and their accumulation in crop soils generates contamination to crops and great economic losses to the cocoa sector. *Pleurotus* species mushrooms are biocatalytic systems and their use in solid

state fermentation is an appropriate method for bioconversion processes of agro-industrial waste into value-added products. This study sought to evaluate the cocoa shell as a substrate for solid state fermentation and to evaluate its growth and colonization phase. The cocoa shell substrates were sterilized and inoculated with 20 g of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii* strain, then, they were taken to the incubation area where under stipulated conditions they were evaluated every day until completing the colonization phase. The results were obtained in a time of 13 days, clear and vigorous growth of the fungi in the substrates, being *Pleurotus ostreatus* the microorganism with the highest capacity and speed to biotransform and colonize the substrate, showing that these fungi use lignin and cellulose from cocoa cocoa as an energy source for the synthesis of protein and other metabolic substances, which allows to conclude that cocoa cocoa is a suitable and efficient substrate for the cultivation and production of this fungus and also for the bioconversion of the shell from cocoa to fungal biomass.

Keywords: cocoa substrate, Methylxanthines, *Pleurotus*, solid state fermentation, biotransformation.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de cacao en Colombia anualmente incrementa, según lo establecido en agosto de 2019 en el “Pacto por el crecimiento y la generación de empleo del sector cacaotero” hoy Colombia cuenta con más de 177.000 hectáreas sembradas de cacao y, como se muestra en la Gráfica 1, cuenta con una producción cercana a las 60.000 toneladas, cuyo mayor crecimiento se dio en el 2017 (60.535 toneladas).

Gráfica 1. Producción promedio nacional de cacao año 2009 al 2019 (toneladas)



Fuente: Departamento de Estadísticas, Fedecacao, 2019.

Consecuencia de lo anterior, en el sistema de producción de cacao se genera un gran volumen de residuos, que generalmente quedan acumulados en el cultivo, circunstancia que se ha traducido en serios problemas ambientales a nivel del suelo por acumulación de materiales,[1], [2]; así mismo, las cáscaras partidas, debido a su forma cóncava, en épocas de lluvias son depósito de agua que facilitan la multiplicación de insectos, además son foco para la propagación de *Phytophthora* spp., causa principal de pérdidas económicas de la actividad cacaotera [3].

Por su composición, la harina de la cáscara de cacao se ha utilizado como forraje en la nutrición animal [4], [5], [6], pero los altos niveles de fibra no digerible y la presencia de las metilxantinas, como la cafeína y la teobromina, limitan su uso alimentario en animales. Las metilxantinas son metabolitos secundarios derivados de purina, que en dosis altas estimula el sistema nervioso central (SNC), causando nerviosismo, agitación, temblores y convulsiones en animales [7]

Es importante que las grandes cantidades de este residuo consigan ser optimizadas de tal forma que puedan generar recursos económicos y sostenibles para la región, suplir la necesidad de manejo y cuidado ambiental del país, así mismo, generar crecimiento en procesos a nivel territorial, pues la producción del cacao en Colombia abarca 422 municipios en 27 departamentos según EVAS, cuenta con 65.431 familias que dependen de estas actividades cacaoteras según cifras del DANE y genera aproximadamente 157.000 empleos directos e indirectos.

La fermentación en estado sólido presenta gran efectividad para la transformación y degradación de diferentes compuestos a partir de microorganismos capaces de fermentar compuesto o alimentos en estado sólido, ahora bien, si se emplea un microorganismo en caso tal una seta comestible, se generarían diferentes productos de interés y valor nutricional, el primero es el sustrato cáscara de cacao colonizado y transformado que se produce de la fermentación de los sólidos, en otros experimentos se ha confirmado que la fermentación en estado sólido (SSF) es un método para aumentar el uso y el valor del residuo y también para eliminar compuestos indeseables como en este caso las metilxantinas presentes en la cáscara del cacao, ahora bien, si se enfoca al manejo de residuos sólidos y desechos de la agroindustria, este proceso (SSF) tendría un gran impacto ambiental minimizando el desperdicio de residuos la acumulación de cáscaras y la propagación de *Phytophthora* spp. causa principal de pérdidas económicas de la actividad cacaotera [3].

Esto impactaría de manera positiva en diferentes campos de trabajo como la ciencia investigativa y la agroindustria en diferentes regiones del

país dedicadas al manejo, cultivo, producción, postcosecha y transformación industrial del cacao, pues en estos tres agentes se generan toneladas de cáscara de cacao al año como residuo, es decir, sin ninguna utilización, que no se sabe cómo tratar ni transformar e incluso ni dar una disposición final adecuada.

Un segundo resultado de la fermentación en estado sólido utilizando los hongos comestibles, en este caso *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus eryngii*, es el crecimiento de cuerpos o setas comestibles, estos son hongos conocidos por un grato sabor que también tienen valor nutricional para los seres humanos, ya que son fuente de alto contenido de proteínas, y contienen vitaminas como B₁, B₂, B₁₂, C y D. Otra importancia que se les añade es la acción medicinal, por tener propiedades antivirales, antitumorales, antihipertensión y antiarterioesclerosis [9], esta es una respuesta a la problemática de hambre que se vive hoy en día a nivel mundial, incremento de costos en la carne y el minimizar fuentes de proteína animal como carne de res y de cerdo que generan impactos ambientales a gran nivel mundial. Generar productos de alto contenido proteico y semejanza nutricional a partir de la reutilización y minimización de residuos de la agroindustria sin utilización de fertilizantes químicos ni otros sustratos de impacto a nivel ambiental, serían de gran ayuda a esta problemática mundial. Es de resaltar que en el proceso de fermentación en estado sólido se disminuyen significativamente los tiempos, recursos y costos de producción de la seta en comparación a la de una canal bovina o porcina para la producción de carne, sin generar impactos ambientales como gases de emisión que afectan la atmósfera de la tierra ni la capa de ozono.

El cultivo de setas puede alcanzar en el futuro gran impacto y crecimiento en varios sectores y ámbitos a nivel nacional como la ciencia, la educación, la transferencia de conocimientos y tecnologías en sectores rurales e industriales, la economía, el desarrollo sostenible de varios departamentos y familias involucradas en este sector. Cultivando estas setas es posible producir alimentos de calidad partiendo de diversos restos vegetales. En muchos países, la elevación del nivel de vida ha llevado consigo

un cambio en las costumbres alimenticias, provocando en los últimos años un fuerte aumento del consumo de setas [10].

A partir de esto surge la inquietud de si es posible utilizar la cáscara de cacao como sustrato para una fermentación en estado sólido utilizando los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus eryngii* y se plantean los siguientes objetivos.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar los sustratos colonizados a partir de la fermentación en estado sólido de cada uno de los hongos y establecer la viabilidad de la cáscara de cacao como sustrato para la producción de hongos comestibles.

Objetivos Específicos

- Realizar caracterización fisicoquímica de la cacota de cacao para la formulación del sustrato de cacota de cacao según los requerimientos para el bioproceso
- Balancear nutricional y fisicoquímicamente el sustrato de cacota de cacao y así generar condiciones óptimas para los microorganismos, en ambientes controlados para el crecimiento y desarrollo que permita estudiar el crecimiento de los hongos en el sustrato de cacota a partir de la (SSF)
- Evaluar el tiempo de colonización para los dos tipos de hongos utilizados y establecer qué hongo representa una mayor viabilidad para la producción de setas comestibles en sustrato de cacota de cacao

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

El estudio se realizó en la ciudad de Armenia, departamento del Quindío, en conjunto con la Universidad del Quindío, ya que se trata de

una monografía. A continuación, se describe el proceso metodológico para lograr los objetivos del bioproceso. Las etapas llevadas a cabo son:

1. Para el objetivo 1:

1.1. Recolección de muestras

En esta etapa se recolectaron las muestras de cáscara de cacao o cacota de cacao proporcionadas por la hacienda Robledal, Vereda San Pablo, ubicada en el municipio de Montenegro del departamento del Quindío, donde se cultiva y cosecha cacao y, a su vez, se genera el subproducto a utilizar.

1.2. Análisis fisicoquímicos

Los análisis fisicoquímicos del sustrato fueron realizados en el laboratorio de análisis de aguas y alimentos “Alisca” en la ciudad de Pereira.

2. Para el objetivo 2:

2.1. Suplementación del sustrato

Una vez se tiene molida la cáscara de cacao, se procede a hacer la adición y mezclado de algunos suplementos como fuente de nutrientes que son necesarios para el crecimiento y desarrollo del microorganismo

2.2. Empacado del sustrato

Se utilizarán bolsas de plásticas de polipropileno con capacidad de un kilogramo que servirán como biorreactor donde será empacado el sustrato y posteriormente llevadas a esterilizar

en este biorreactor se darán fases de la producción como inoculación, incubación, colonización producción y recolección del hongo

2.3. Esterilización del sustrato

Se realizó la esterilización en una olla con adaptación de una rejilla donde se apoyaron las bolsas con el sustrato y las separó del agua a temperatura de 121 °C durante 30 minutos para eliminar la mayor cantidad de microorganismos y esporas. Luego, se enfrió rápidamente la muestra en refrigerador, posteriormente, a temperatura ambiente se dejó 10 horas para volver a generar la segunda esterilización a 121 °C durante 30 minutos a fin de eliminar las esporas presentes.

2.4. Obtención del microorganismo

Los microorganismos a utilizar son hongos de tipo Pleurotus, macromicetos denominados como Pleurotus ostreatus y Pleurotus eryngii, los cuales en condiciones idóneas realizarán la fermentación en estado sólido del sustrato.

2.5. Inoculación del sustrato o siembra

Se debe tener mucho cuidado de no inocular el sustrato caliente, el exceso de calor puede matar el micelio [11]. Una vez se tiene la bolsa con el sustrato esterilizado y ya se ha enfriado, se procede a realizar la inoculación de la cepa o semilla del microorganismo al sustrato, en una relación 10 % de cepa en 100 % de sustrato peso a peso, debe quedar muy bien disperso y homogenizado en el sustrato.

2.6. Incubación del microorganismo

Es el paso donde el microorganismo inicia su colonización del sustrato. Esta etapa requiere una humedad relativa del 70 % y temperatura de 25 °C y sin presencia de luz. Este proceso dura aproximadamente 10 a 20 días.

3. Para el objetivo 3:

3.1. Condiciones ambientales para la producción

Los hongos requieren de factores ambientales que favorecen su desarrollo como son: temperatura, humedad, “pH”, luz, ventilación, para estos factores hay un rango en el cual se pueden desarrollar [13].

3.1.1 Temperatura

La temperatura óptima para sembrar es de 24 a 25 °C.

3.1.2. pH

Por naturaleza los hongos crecen bien en medios ligeramente ácidos, es decir del 5.5 al 6.6, en el caso de los hongos a utilizar, la adición de carbono de calcio o cal sirve para evitar que el pH baje mucho debido a la acción acidificante del micelio. Si el sustrato es muy ácido, el hongo crecerá poco y no se alcanzarán las temperaturas ni el nivel de CO₂ recomendables y crecerán competidores [12].

3.1.3 Humedad

La humedad del ambiente ha de ser alta (entre 80 y 90 %) por lo que el local ha de disponer de un sistema humidificador [12]. Si hace falta humedad, el hongo no se desarrolla bien porque el medio está seco, de lo contrario, si hay exceso de humedad, el agua ocupará todo el espacio y no habrá lugar para el intercambio de gases. Uno de los síntomas de exceso de humedad es la acumulación de escurrimientos en la base del recipiente, si empieza a haber ataques de bacterias, el olor de estos escurrimientos será desagradable. La humedad del (90 %) es otro factor indispensable que favorece la estimulación de los primordios del fruto del hongo [12].

3.1.4. Luz

Esta es necesaria (de 8 a 12 horas diarias), ya que sin ella las setas salen deformadas con pequeños sombreros pálidos y pies largos. Es suficiente una luz que permita ver durante las horas diurnas para la formación de botones [14].

3.1.5. Tiempo del bioproceso

Se evaluó que el tiempo en que cada uno de los hongos tarda en colonizar el sustrato es de suma importancia para dar cumplimiento al objetivo de esta monografía, por lo cual el tiempo fue medido en días y tomado desde el día en que se realizó la inoculación del hongo en el sustrato como día 0 hasta el día en que se observe una completa colonización del sustrato. A partir de este dato, también se comprobó qué hongo posee la mayor capacidad de colonizar el sustrato y cuál lo hace en menor tiempo.

4. Diseño Experimental

De cada microorganismo se realizará siembra en sustrato de cacota de cacao por triplicado con el fin de mantener un número de muestras suficientes para analizar y estudiar el crecimiento y desarrollo de los microorganismos en el sustrato, además de contar con muestras suficientes en caso de alguna contaminación en uno de los biorreactores y, por último, para tener un soporte completo por triplicado en caso de que no crezca el microorganismo en alguno de los sustratos.

Se controlarán las variables como temperatura, humedad y tiempo de crecimiento en cada una de las etapas del microorganismo.

Debido a tiempos de crisis sanitaria a causa de la pandemia a nivel mundial por COVID-19, se establece este trabajo como monografía, debido a que no se cuenta con la posibilidad de llevar a cabo un proceso investigativo con las instalaciones, condiciones, materiales, insumos, reactivos y equipos adecuados y necesarios para realizar procedimientos

y mediciones necesarias. Por este mismo motivo, se establecen en esta monografía unos objetivos cercanos, accesibles y medibles como es evaluar el tiempo de colonización de los sustratos por fermentación en estado sólido con los dos tipos de hongos *Pleurotus*.

RESULTADOS

1.Resultados objetivo específico 1:

1.1. Recolección de muestra

En la tabla 1 y foto 2 se observa el tipo de cáscara de cacao recolectada para ser usada como sustrato para el proceso de siembra las muestras de cáscara de cacao o cacota de cacao, proporcionadas por la hacienda Robledal Vereda San Pablo ubicada en el municipio de Montenegro del departamento del Quindío, donde se cultiva y cosecha cacao y, a su vez, se genera el subproducto a utilizar.

Foto 1. lugar de cultivo producción y recolección de la muestra



Fuente: Hacienda Robledal Vereda San Pablo, Montenegro, Quindío, 2020.

Tabla 1. Recolección de muestras

RECOLECCION DE MUESTRA DE CACOTA DE CACAO		
SUSTRATO	CANTIDAD RECOLECTADA (Kg)	CARACTERISTICAS DE RECOLECCION
Cascara de cacao	20	Cascara de fruta madura, seca y entera

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Inicialmente, se seleccionó la materia prima que se encontraba en estado madurado o parcialmente madurado y previamente secado, pues la cascará debe mantener una humedad baja para evitar contaminaciones, fermentaciones y para ser fácilmente molida.

Foto 2. Cacota de cacao seca y molida, Armenia, Quindío, 2020.



Fuente: elaboración propia, 2020.

1.2. Análisis fisicoquímicos

Los análisis fisicoquímicos del sustrato fueron realizados en el Laboratorio de Análisis de Aguas y Alimentos “Alisca” en la ciudad de Pereira, tal como se muestra en la “Tabla 4. Análisis fisicoquímico a cáscara de cacao en el Laboratorio de Análisis de Aguas y Alimentos Alisca en Pereira, 2020”

Tabla 2. Análisis fisicoquímico a cáscara de cacao en el Laboratorio de Análisis de Aguas y Alimentos Alisca Pereira

Análisis	Resultado	Fecha análisis	Técnica/Método
Contenido de Humedad	81.9 g/100g	2020-07-02	SECADO A 100 °C AOAC 925.45
Contenido de Ceniza	1.6 g/100g	2020-07-06	GRAVIMETRICO NTC 4648
Contenido de Proteína	0.7 g/100g	2020-07-02	KJELDAHL F 6.25 NTC4657 MOD. HACH 8075
Contenido de Grasa Cruda	0.3 g/100g	2020-07-07	EXTRACCIÓN SOXHLET NTC 668
Contenido de Fibra Cruda	5.9 g/100g	2020-07-09	HIDROLISIS ACIDA/BASICA NTC 668
Contenido de Carbohidratos Totales	15.5 g/100g	2020-07-13	Diferencia FDA CFR21 USDA HANDBOOK 74
Calorías de Grasa Proteína y Carbohidratos	68 kilocalorías/100g	2020-07-13	Diferencia FDA CFR21 USDA HANDBOOK 74
Calorías de Grasa	3 kilocalorías/100g	2020-07-13	Diferencia FDA CFR21 USDA HANDBOOK 74

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Este dato de análisis fisicoquímico de la cáscara de cacao fue realizado haciendo uso de 100 g de muestra para cada análisis y método empleado. A partir de este análisis, se observa que esta cáscara de cacao posee un alto contenido de agua, el cual es necesario retirar para el proceso. Luego del agua, el componente con mayor porcentaje son carbohidratos y fibra cruda, lo cual, desde el proceso de fermentación en estado sólido, es positivo, pues se ve reflejado como una excelente fuente de carbono para los hongos pleurotos que requieren de esta fuente para todas sus etapas de colonización y crecimiento hasta su etapa de fructificación.

2. Resultados objetivo específico 2:

2.1. Formulación y suplementación del sustrato

A continuación, se evidencian en la tabla de formulación los elementos utilizados para suplementar el sustrato de cáscara de cacao con

el propósito de suministrar los requerimientos de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *eryngii*.

Tabla 3. Formulación y suplementación de cáscara de cacao

Materia prima	Fecha		Cantidad en gramos
	5-nov-20		
	porcentaje		
	1	2	
Cacota de cacao	83%	83%	415
Cascarilla de arroz	15%	15%	75
Carbonato de calcio	2%	2%	10
Total	100%	100%	500
Cepa <i>P. Ostreatus</i>	4%		20
Cepa <i>P. Eryngii</i>		4%	20

Fuente: elaboración propia, 2020.

Foto 3. Cacota de cacao suplementada



Fuente: elaboración propia, 2020.

Se adicionó 2 % de carbonato de calcio para aportar el calcio necesario por el microorganismo en su fase fructífera y estabilizar el pH de la muestra.

Además, se suplementó con adición de 15 % de cascarilla de arroz como fuente de nitrógeno indispensable en el crecimiento y propagación del hongo en el sustrato.

2.2. Empacado del sustrato

Foto 4. Sustrato homogenizado y empacado



Fuente: elaboración propia, 2020.

2.3. Esterilización del sustrato

La esterilización se realizó dos veces con el objetivo de asegurar la eliminación de esporas de otros microorganismos no deseados, si bien se sabe, la esterilización es un proceso que busca eliminar el contenido microbiano presente en el sustrato a fin de que el microorganismo que se desea incubar no presente competitividad ni contaminación indeseada.

Foto 5. Esterilización del sustrato

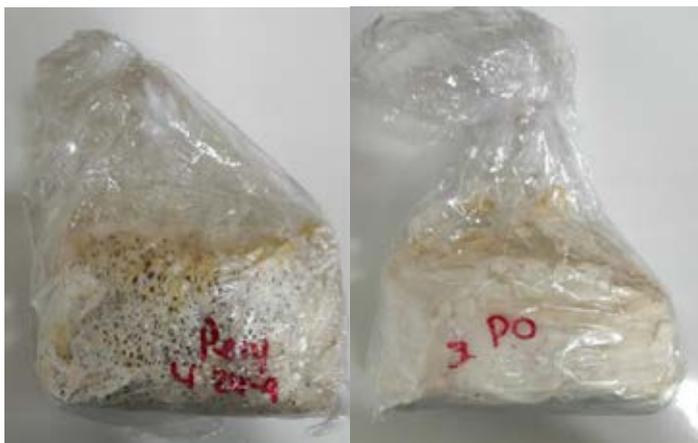


Fuente: elaboración propia, 2020.

2.4. Obtención del microorganismo

Se compro la cepa o también llamadas semillas de los dos tipos de hongos *Pleurotus* en la Planta de Bioprocesos y Agroindustria de la Universidad de Caldas de la ciudad de Manizales, la cual viene en presentación de bolsa por un kilogramo, esto no es más que una cepa del hongo inoculada anteriormente en alguna semilla ya sea sorgo, arroz, etc., la cual ya viene colonizada por la cepa del hongo, esta es suficiente para la incubación en 10 biorreactores de un kilogramo de sustrato.

Foto 6. Semillas de *Pleurotus eryngii* y *ostreatus*.



Fuente: elaboración propia, 2020.

Se observa la cepa en buenas condiciones, sin contaminaciones y con todo el sustrato colonizado, lista para inocular en sustrato de cacota de cacao, la cepa se conservó en una caja de cartón dentro de un refrigerador a temperatura de 4 °C hasta el momento de su uso.

2.5. Inoculación del sustrato o siembra

Foto 7. Inoculación del sustrato o siembra



Fuente: elaboración propia, 2020.

Se tomaron 20 g de cepa según indica en la tabla de formulación y suplementación y se inocularon en el sustrato de cacota de cacao previamente suplementada y esterilizada en su respectiva bolsa o biorreactor.

3. Resultados objetivo específico 3:

3.1. Incubación del microorganismo

En esta etapa se rotularon las muestras y se llevaron a un estante previamente lavado y desinfectado, dentro de un cuarto cerrado con circulación de aire y se mantuvo una humedad relativa aproximada del 70 % y temperatura de 25 °C y sin presencia de luz.

Foto 8. biorreactores inoculados y rotulados



Fuente: elaboración propia, 2020.

3.2. Fase y tiempos de colonización

En esta fase que duró 10 días para el hongo *Pleurotus ostreatus* y 13 días para el hongo *Pleurotus eryngii*, se observó día a día el crecimiento y avance claro de la expansión y colonización del hongo en el sustrato de cacao por medio de una aparición de micelio de color blanco y olor agradable.

Foto 9. Sustrato colonizado por los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus eryngii*



Fuente: elaboración propia, 2020.

DISCUSIÓN

El crecimiento del hongo inicia durante las primeras 24 horas. A los 3 días se pueden reconocer los signos de expansión: hay un avance inicial claro y vigoroso del micelio sobre el sustrato, el sustrato adopta un color blanco y un olor agradable tal como lo describe [11]. Este proceso de crecimiento y expansión en el sustrato se vio claramente representado con los dos tipos de hongos *Pleurotus*, sin embargo, presentó un avance mucho más rápido, agresivo y definido en la fermentación en estado sólido en el sustrato de cacota de cacao con el hongo *Pleurotus ostreatus* en comparación con el hongo *Pleurotus eryngii*.

Durante este periodo de 13 días, se observó diariamente el progreso de expansión por los hongos y este proceso lo describe [12] de manera clara, demostrando que el hongo utiliza lignina y celulosa como fuente de energía para la síntesis de proteína y otras sustancias metabólicas, en la descomposición de sustratos lignocelulósicos en donde intervienen enzimas tales como la celulosa. Es importante recordar que la cáscara de cacao es rica en fibra lignocelulósica, por lo cual el hongo *Pleurotus*, de acuerdo a esta referencia, produce enzimas que degradan la lignina, para así utilizar ese carbono como fuente de energía para la síntesis de proteínas que se traduce en la expansión y crecimiento del micelio y colonización del sustrato.

Según el estudio de [15] en el proceso de crecimiento, expansión y colonización del sustrato por el hongo *Pleurotus ostreatus*, se obtiene un incremento significativo en la cantidad de proteína en el sustrato y así mismo se evidencia una reducción importante en los contenidos de fibra lignocelulósica procedente de la cáscara de cacao, [16] afirmó que los hongos de pudrición blanca son agentes efectivos para reducir el contenido de lignina de un sustrato, entre los hongos de pudrición blanca se encuentran los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus eryngii*.

Se sabe que ambos hongos producen enzimas que degradan las fibras [17] de los sustratos fermentados. La reducción del contenido de lignina

de un sustrato es la característica principal de uso de hongos *Pleurotus*, considerado un bioconvertidor de materias primas para sustratos que contienen lignina.

CONCLUSIONES

Luego de realizar los análisis fisicoquímicos a la cáscara de cacao e incubar los hongos *Pleurotus*, se ha podido dar cumplimiento a la hipótesis y objetivos de este trabajo, donde se buscaba comprobar la eficacia de la cáscara de cacao como sustrato para el crecimiento, desarrollo y colonización de los hongos *Pleurotus*. Este sustrato muestra resultados positivos y viables para futuros trabajos donde se continúe el proceso y se den las condiciones necesarias para una etapa de fructificación de las setas comestibles de los hongos aquí estudiados.

La cáscara de cacao demuestra servir como sustrato para el hongo *Pleurotus eryngii*, sin embargo, es importante estudiar más a fondo otros sustratos que puedan ser un medio más viable para este microorganismo y reduzca sus tiempos de crecimiento, desarrollo y colonización.

Gracias al trabajo realizado y la recopilación de información se ha determinado que la cáscara de cacao es un medio útil y efectivo para el crecimiento y colonización del hongo de tipo *Pleurotus ostreatus*, siendo este el hongo que más aprovechó el sustrato, presentando tiempos cortos de crecimiento, desarrollo y colonización del sustrato de cáscara de cacao, además, con este hongo, podemos obtener alta viabilidad para el crecimiento y producción de setas comestibles a partir de este sustrato en futuros trabajos investigativos.

Al evaluar los tiempos de colonización se establece que el hongo *Pleurotus ostreatus* tiene la capacidad, a diferencia del hongo *Pleurotus eryngii*, de degradar con más facilidad los compuestos lignocelulósicos del sustrato y utilizarlos como fuente de nutrientes de carbono y nitrógeno para su crecimiento y propagación en el sustrato de cáscara de cacao.

REFERENCIAS

- [1] A. G. Medeiros. *Sporulation of Phytophthorapalmivora (Butl.) Butl. in relation to epidemiology and chemical control of black pod disease. Ph. D. Thesis.* University of California, Riverside (USA), 1977. Pp. 220.
- [2] D. Parra. *Diagnóstico de enfermedades que afectan el cultivo del cacao en Barlovento y su comportamiento epidemiológico. In: Taller Nacional de Cacao.* Estación Experimental Miranda. Caucagua (Venezuela). 1994. Pp. 21
- [3] A. S. López, H. Ferreira, A. Llamosas, y A. Romeu. *Present Status of Cacao by Products Utilization in Brazil. Rev. Theobroma.* Brazil, 1984. Pp. 271-291.
- [4] R.A. Hamzat, y O. Adeola. *Chemical evaluation of co-products of cocoa and kola as livestock feeding stuffs.* J. Anim. Sci. Adv, 2011. pp. 61–68
- [5] J.A. Bentil, V.P. Dzogbefia, y F. Alemawor. *Enhancement of the nutritive value of cocoa (Theobroma cacao) bean shells for use as feed for animals through a two-stage solid state fermentation with Pleurotus ostreatus and Aspergillus niger.* Int. J. Appl. Microbiol. Biotechnol, 2015. pp. 20–30.
- [6] E.B. Laconi, y A. Jayanegara. *Improving Nutritional Quality of Cocoa Pod (Theobroma cacao) through Chemical and Biological Treatments for Ruminant Feeding: In vitro and In vivo Evaluation.* Asian-Australas. J. Anim. Sci, 2015. Pp. 343–350
- [7] A.R. DE SENA, *Analysis of Theobromine and related compounds by reversed phase high-performance liquid chromatography with ultraviolet detection: an update (1992–2011).* Food Technol. Biotechnol. 2011. Pp. 413–423.

- [8] W.R. Stahel, *Circular Economy*. Indian Concrete Journal, 2016. Vol. 94, pp. 19- 23.
- [9] C. Martínez, L. Rodolfo, M. Porfirio, S. Mercedes y L.S. Alfonso, *Historia del cultivo comercial de los hongos comestibles en México*. México, 2000.
- [10] S.T. Chang. *Impacto global de los hongos comestibles y medicinales en el bienestar humano en el Siglo 21: revolución no verde*. Revista de hongos medicinales. pp.1-7.
- [11] V. Beltrán et al., 1995. *Producción comercial de setas (Pleurotus spp.)*. *Manual de setas y champiñones*, S. A. de C. V. México, 1995.
- [12] E.G. Pérez. *Producción de hongos comestibles (Setas y Champiñones)*. Centro de Investigaciones Sociales, Tecnológicas y Agroindustriales de la Agricultura Mundial. México, 1996.
- [13] J.T. Castillo. *Micología General*. Editorial Limusa. México, 1987.
- [14] R. Garcia. *Cultivo de setas y trufas*. 3era. Edición. Ediciones MundiPrensa, España, 1998.
- [15] S.Yahrir, H. Artutik, K. Usmartono, and S. Damry. *Effects of cocoa pod husk bioconversion with Phanerochaete chrysosporium and or Pleurotus ostreatus on its nutrient content and in-vitro digestibility in ruminants*, Faculty of Animal Science and Fishery, Tadulako University, Indonesia, 2018. Pp. 94-117
- [16] P.J VAN SOEST. *Rice straw, the role of silica and treatments to improve quality*. Journal of Animal Feed Science and Technology, 2006. pp.137–171.
- [17] R.T. Howard, E. Abotsi, J.V. Rensburg and S. Howard. *Lignocellulose biotechnology: issue of bioconversion and enzyme production*. African Journal of Biotechnology, 2003. pp. 602 -619.

AUTORES

Daniel Esteban Giraldo Briceño

Ingeniero de Alimentos y Magíster en Procesos Agroindustriales egresado de la Universidad del Quindío, actualmente se desempeña como docente catedrático en el Programa de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agroindustriales de la Universidad del Quindío en la ciudad de Armenia, Quindío, Colombia.

Áreas de investigación: ciencias agroindustriales, biotecnología, medioambiente, ciencias y tecnología de alimentos.

Biografía. Autor 2: Henry Reyes Pineda

Ingeniero Químico egresado de la Universidad Nacional de Colombia, con un Doctorado en Ingeniería Química y Nuclear de la Universidad Politécnica de Valencia, España. Actualmente es profesor a tiempo completo de la Universidad del Quindío, Armenia, Colombia y decano de la Facultad de Ciencias Agroindustriales. hace parte del Grupo Químico en Investigación en ciencias ambientales. Entre sus áreas de trabajo son: Ingeniería Electroquímica, Procesos Ambientales, el Tratamiento de Residuos y Diseño de Reactores.

Áreas de investigación: biotecnología.



UNA PROPUESTA RENOVADA PARA PENSAR LA DIDÁCTICA DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL¹

A renewed proposal to think about the
teaching of environmental education

Carvajal-Prada, Kare² y Amador-Rodríguez, Rafael³

1 Artículo derivado de un trabajo de investigación en proceso del Doctorado en Educación de la Universidad del Norte.

2 Universidad del Norte; orcid.org/0000-0002-6544-5735.
Contacto: karec@uninorte.edu.co

3 Universidad del Norte; orcid.org/0000-0003-2182-6402.
Contacto: ryamador@uninorte.edu.co

Resumen

Para el desarrollo de una investigación doctoral en el campo de la didáctica de las ciencias naturales, se ha propuesto construir los modelos científicos escolares de ser vivo y nicho ecológico bajo el aspecto cultural desde la educación ambiental, con el fin de generar actividades de enseñanza contextualizadas en una problemática ambiental cuyo propósito sea promover en los estudiantes interés y conocimiento relevante sobre el mundo natural para intervenir activamente en la toma de decisiones justificadas y responsables soportado en la ciencia escolar.

Palabras clave: educación ambiental, modelo científico, modelo científico escolar, problemas ambientales.

Abstract

For the development of a doctoral research in the science education realm, it has been proposed to build school scientific models of the living being and ecological niche under the cultural aspect from environmental education, in order to generate contextualized teaching activities based on an environmental problem with the purpose of promoting interest and relevant knowledge in students about the natural world and an active intervention in a justified and responsible decision-making process supported on school science.

Keywords: environmental education, scientific model, school scientific model, environmental problems.

I. INTRODUCCIÓN

Los diferentes problemas ambientales ocasionados por la acción humana sobre la naturaleza [1] dejan en evidencia la necesidad de una educación ambiental contextual que oriente sobre las posibles soluciones de los problemas ambientales a partir de un abordaje teórico-metodológico que implique el estudio de lo que ocurre en el ambiente.

Por lo tanto, uno de los aportes para mitigar los problemas ambientales es una educación ambiental crítica y reflexiva en todos los niveles y sectores de la sociedad [2].

Esta educación debe estar orientada a enseñar la forma en que los ambientes naturales funcionan y, en particular, cómo los seres humanos pueden regular el ambiente para vivir de modo sostenible, evitando o minimizando la degradación, la pérdida de los recursos y las amenazas a la supervivencia de otras especies.

De este modo, para el estudio de los actuales problemas ambientales, se suscita una formación ambiental bajo los conocimientos y las habilidades para comprender los hechos que se presentan en el contexto cotidiano y, de esta manera, actuar e intervenir en la complejidad cambiante del ambiente y las acciones que causan su deterioro [3].

A causa de lo anterior, se propone fortalecer aquellos espacios educativos configurados para la formación de estudiantes por medio de estrategias didácticas encaminadas a reflexionar y debatir problemas ambientales de manera individual y colectiva [4].

Es así que, en relación a las situaciones que se presentan en torno a los problemas ambientales, se pretende trabajar bajo una intencionalidad didáctica los modelos de ser vivo y nicho ecológico desde intereses que se alinean con la enseñanza de la educación ambiental [5].

La hipótesis de trabajo didáctico es que a partir de la construcción de los modelos de ser vivo y de nicho ecológico vinculados con una perspectiva cultural desde lo ambiental, se pueden diseñar problemas ambientales contextualizados, generando una transposición didáctica que impacta en una mirada renovada de la didáctica de la educación ambiental (DEA).

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Para la construcción de los modelos científicos y modelos científicos escolares de ser vivo y nicho ecológico, se efectuó una revisión de la literatura especializada (revistas y libros) haciendo un análisis con propósito didáctico de los argumentos que los científicos comunican de los modelos de ser vivo y nicho ecológico, teniendo como fin caracterizar los modelos científicamente aceptados, todo esto permitió establecer criterios teóricos-metodológicos para poder emprender el análisis transpositivo del modelo de ser vivo y nicho ecológico.

A continuación, se detallan los análisis y contribuciones que se consideraron para estas construcciones:

En el caso del modelo de ser vivo, se construyó acudiendo a los aportes históricos y científicos en términos de las diferentes corrientes de pensamiento que han guiado su estudio, los cuales son: el animismo, el mecanicismo, el vitalismo, el organicismo, el pensamiento sistémico y el neomecanicismo.

Es así que, partiendo de las referencias históricas e investigativas de la comunidad científica referentes al modelo ser vivo, se procedió a establecer una conceptualización. Por lo tanto, asumimos que el ser vivo es, básicamente, material fisicoquímico que exhibe un alto grado de complejidad, puede autorregularse, posee metabolismo, se perpetúa a sí mismo a través del tiempo e interactúa con el medio para mantener su integridad estructural y funcional [6].

De esta manera, para esbozar el modelo científico escolar de ser vivo se consideró la influencia del nivel escolar a quienes va dirigido, por ser un modelo estructurante en la biología que forma parte de los contenidos escolares desde el nivel primario hasta el nivel universitario, esto implicó especialmente considerar los diversos intereses y las finalidades de la enseñanza de la educación ambiental, lo cual fue determinante para los aspectos y relaciones que dentro del modelo se plantearon, dado que, a partir de éste, se pueden establecer relaciones con otros contenidos disciplinares [7].

En cuanto al modelo de nicho ecológico, se tuvo en cuenta las referencias históricas e investigativas de la comunidad científica, para ello, se abordaron desde las representaciones y postulados de Grinnell 1917, Elton 1927 y Hutchinson 1957.

Es así que, partiendo de la síntesis y análisis de los aportes de la comunidad científica del modelo nicho ecológico, se consideró establecer una conceptualización y, de este modo, asumimos el nicho ecológico no sólo como el espacio físico ocupado por un organismo, sino también como su papel funcional en la comunidad (como, por ejemplo, su posición trófica) y su posición en los gradientes ambientales de temperatura, humedad, suelo y otras condiciones de existencia [8].

De esta manera, para la construcción del modelo científico escolar de nicho ecológico, se han tenido en cuenta las funciones en determinados parámetros relevantes, como el contexto educativo junto a las finalidades de la enseñanza de la educación ambiental, considerando los aspectos y funciones del modelo por ser marco central, referencial y organizacional de la ecología [9], todo esto bajo los intereses del nivel escolar al cual va dirigido, adaptados a las diferentes características institucionales.

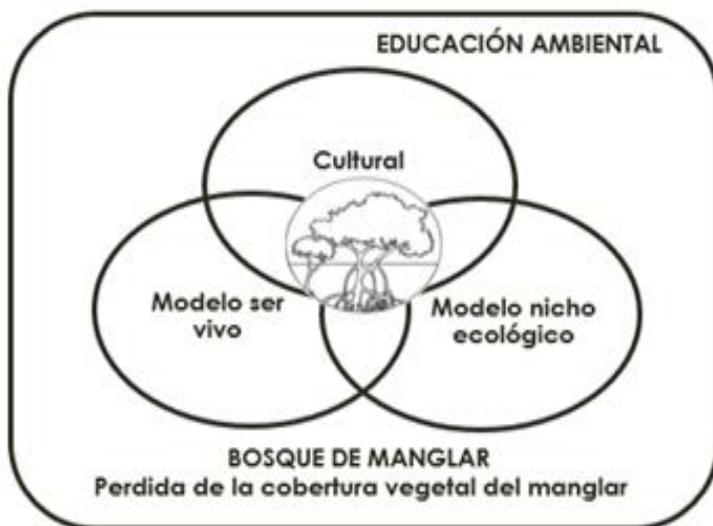
Así mismo, parece pertinente trabajar con el aspecto cultural como contexto para hablar sobre problemas ambientales, reflexionando en torno a la intensidad de dichas problemáticas ambientales, sobre todo aquellas que son causadas por la intervención humana, de este modo, la dimensión

cultural es básica para entender las relaciones que la humanidad establece con el ambiente [10], además, se considera este aspecto atractivo también para analizar la forma en que la cultura implica una influencia en el pensamiento crítico y la toma de decisiones relacionadas con la convivencia y con el desarrollo de la autonomía de los estudiantes.

Por lo tanto, referente a las situaciones que se presentan en torno a los problemas ambientales, en la Fig. 1 se presenta la propuesta de investigación doctoral planteada para abordar los modelos de ser vivo y nicho ecológico frente a las implicaciones del aspecto cultural.

Esto encaminado a generar actividades de enseñanza en contexto vinculadas a la educación ambiental con el fin de promover en los estudiantes la toma de decisiones justificadas y responsables frente a los problemas ambientales.

Fig. 1. Relación de los modelos ser vivo y nicho ecológico con el aspecto cultural de la educación ambiental.



Fuente: elaboración propia

III. CONCLUSIONES PRELIMINARES

Por consiguiente, estas posturas teórico-metodológicas son relevantes para centrar el desarrollo del trabajo alrededor de problemáticas ambientales como objeto de estudio y centro de interés para generar actividades de enseñanza en contexto [11] vinculadas a la educación ambiental.

Se propone que al relacionar los modelos de ser vivo y nicho ecológico junto con el aspecto cultural, se lograrán diseñar actividades de enseñanza contextualizadas vinculadas a problemáticas ambientales existentes, promoviendo en los estudiantes un papel crítico y reflexivo en la sociedad y, de esta manera, promover la enseñanza en el aula orientada hacia la educación ambiental como una alternativa sugerente ante la necesidad de afrontar y mejorar problemas ambientales desde las instituciones educativas.

REFERENCIAS

- [1] N. Romero, y J. Moncada, "Modelo didáctico para la enseñanza de la educación ambiental en la Educación Superior Venezolana", *Revista de Pedagogía*, vol. 28(83), pp. 443-476, 2007
- [2] R. Martínez, "Aplicaciones e interacciones de la Educación Ambiental". *Revista Científica de Investigación Educativa RUNAE*, Monográfico vol. 01, pp. 129-147, 2017
- [3] R. Martínez, "La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual", *Revista Electrónica Educare*, vol. 8(1), pp. 97-111, 2010
- [4] G. Gutiérrez, "La enseñanza de las ciencias naturales y la educación ambiental en la escuela: realidades y desafíos", *Revista Praxis & Saber*, vol. 3(5), pp. 9-13, 2012
- [5] L. Niño, "Estudio de caso: una estrategia para la enseñanza de la educación ambiental", *Revista Praxis & Saber*, vol. 3(5), pp. 53-78, 2012

- [6] A. Gagneten, A. Imhof, M. Marini, J. Zabala, P. Tomas, P. Amavet, L. Ravera y N. Ojea, *Biología: conceptos básicos*, Universidad Nacional Litoral, Argentina, 2020
- [7] N. Mora, "Propuesta didáctica para enseñar conceptos asociados al modelo 'ser vivo' en nivel medio", *Revista Educación en Ciencias Biológicas*, vol. 4 (1) pp. 10-22, 2019.
- [8] E. Odum, *Fundamentos ecológicos*, Nueva Editorial Interamericana, (3ra edición). México 1972
- [9] C. Aguilar, *Bases conceptuales y metodológicas de la educación ambiental, una evolución de conceptos estructurantes de ecología en la enseñanza secundaria*, (tesis doctoral), Universidad Complutense de Madrid, 2013.
- [10] V. Bedoy, "La historia de la educación ambiental: reflexiones pedagógicas", *Revista de educación*, vol.1(13), pp. 1-6, 2000.
- [11] R. Amador-Rodríguez, D. Insuasty, M. Méndez-López, y E. Márquez, Promover modelos explicativos sobre las interacciones químicas del felodipinocitocromo P450: una propuesta didáctica basada en la modelización. *Revista Química Nova*, vol. 16(0), pp. 1-9, 2021.

AUTORES

Kare Arle Carvajal Prada

Magíster en Ciencias Ambientales y licenciada en Educación con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental por la Universidad del Atlántico de Barranquilla-Colombia.

Estudiante del Doctorado en Educación del Instituto de Estudios en Educación -IESE- de la Universidad del Norte de Barranquilla-Colombia.

Áreas de investigación: didáctica de la educación ambiental, indagación científica escolar.

Rafael Yecid Amador Rodríguez

Doctor en Enseñanza de las Ciencias Naturales y Exactas por la Universidad Nacional del Comahue de Neuquén, Argentina; Magíster en Docencia de la Química y licenciado en Química por la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá-Colombia.

Profesor asistente del Instituto de Estudios en Educación -IESE- de la Universidad del Norte de Barranquilla-Colombia e Investigador Junior en Minciencias.

Áreas de investigación: NOS, indagación y modelización dentro del campo de la didáctica de las ciencias naturales.