



**Lactociencia: Un Camino Accesible hacia la Educación Convergente entre la Escuela y la  
Universidad**

Maria Camila Sierra Zapata

Ana María Lotero Vásquez

Milena Giraldo Agudelo

Trabajo de grado presentado para optar al título de Licenciada en Ciencias Naturales

Asesoras

Astrid Eliana Cuartas Cuartas, Doctora (PhD) en Educación

Carolina Arenas Gómez, Magíster (MSc) en Neuropsicología y Educación

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Licenciatura en Ciencias Naturales

Medellín, Antioquia, Colombia

2024

---

Cita

(Sierra Zapata, *et al.*, 2024)

---

Referencia

Sierra Zapata, M. C., Lotero Vásquez, A. M. y Giraldo Agudelo, M. (2024). *Lactociencia: Un Camino Accesible hacia la Educación Convergente entre la Escuela y la Universidad* [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

---

Estilo APA 7 (2020)



Centro de Documentación Educación

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a quienes han sido pilar fundamental en mi vida y en mi formación profesional. Este logro es el reflejo del apoyo y la motivación que recibí de personas muy valiosas, por eso quiero dedicar este trabajo a mi madre por su apoyo incondicional, su amor y compañía siempre. A mi pareja quien siempre me apoyó durante todo el proceso, su confianza en mí me dio la fortaleza para seguir adelante.

*Maria Camila Sierra Zapata*

A mi familia, por ser mi apoyo incondicional en cada momento. Especialmente a mi mamá, Cristina, y a mi tía, Julia, quienes me inspiran con su fortaleza, valentía y ejemplo como mujeres guerreras. Gracias por impulsarme a seguir adelante, por abrazarme y acompañarme siempre con el amor único que solo ustedes saben dar.

*Ana María Lotero Vásquez*

Dedico este trabajo a mis padres, a mis dos hermanos, a mi hermana y a mis tres sobrinas. Ustedes han sido mi mayor motivación, el aliento que necesitaba para no rendirme y siempre dar lo mejor de mí. Gracias por acompañarme en este viaje y por ser parte fundamental de este sueño.

*Milena Giraldo Agudelo.*

## **Agradecimientos**

Primero, queremos dar gracias a Dios por guiarnos en cada paso de este camino, por ser fortaleza en los momentos difíciles y permitirnos aprender juntas.

A nuestras asesoras, Eliana Cuartas y Carolina Arenas, por su dedicación y por estar siempre pendientes de nuestro proceso, acompañándonos con su apoyo constante. Agradecemos también a nuestros compañeros de línea, con quienes compartimos risas, conocimiento, abrazos y palabras de ánimo, que fueron esenciales para mantenernos firmes y seguir adelante.

Un agradecimiento especial al profesor Carlos Elías, quien fue un apoyo incondicional en nuestra implementación. Su generosidad al brindarnos su tiempo y conocimiento nos permitió lograr grandes cosas en las aulas de clase.

Gracias también a nuestros estudiantes, tanto del grupo de 4° C de la institución educativa Francisco Luis Hernández Betancur como a los estudiantes del curso de bioquímica de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad de Antioquia semestre 2024-1, por su entusiasmo y disposición inquebrantables. Ustedes fueron una inspiración constante y nos alegró mucho compartir conocimiento con ustedes.

Extendemos nuestro agradecimiento a todos los profesores que, de una u otra manera, nos ofrecieron su ayuda, aportando un granito de arena que fue fundamental para sacar adelante este proyecto y culminarlo con éxito.

Finalmente, gracias a nuestras familias, quienes, de manera directa o indirecta, nos dieron fuerzas y ánimo en este recorrido. Y, por último, un profundo agradecimiento a nuestro maravilloso equipo. Unidas, enfrentamos cada desafío, compartimos esfuerzos, llantos, abrazos, risas y motivación. Gracias a esta unión, superamos los obstáculos, creyendo en las capacidades de la otra y apoyándonos siempre. Logramos hacer realidad este hermoso trabajo pensando siempre en una educación para todos.

## Tabla de contenido

Resumen .....	11
Abstract .....	12
Introducción .....	13
1 Planteamiento del problema y justificación .....	15
1.1 Antecedentes del planteamiento del problema .....	19
2 Objetivos .....	28
2.1 Objetivo general .....	28
2.2 Objetivos específicos.....	28
3 Marco referencial .....	29
3.1 Marco conceptual .....	29
3.1.1 Educación Inclusiva .....	29
3.1.2 Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) .....	30
3.1.3 <i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i> (STEM) .....	30
3.1.4 Metodologías activas .....	31
3.1.5 Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) .....	32
3.1.6 Competencias .....	33
3.1.7 Estándares Básicos de Competencia.....	33
3.1.8 Competencia científica.....	34
3.1.8 Explicación de fenómenos .....	34
3.2 Marco legal.....	35
3.2.1 Ley general de educación 115 de 1994.....	35
3.2.2 Decreto 1421 de 2017 .....	36
3.2.3 Acuerdo 02 de 2020 del Consejo Nacional de Educación Superior (CESU) .....	36

---

3.2.4 La Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación (UNESCO).....	37
3.2.5 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).....	37
3.2.6 Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF).....	38
4 Diseño metodológico.....	39
4.1 Enfoque y método de estudio.....	39
4.2 Construcción del caso.....	40
4.3 Contexto, participantes y criterios de selección de la investigación.....	40
4.3.1 Contexto de educación básica primaria.....	40
4.3.2 Contexto de educación superior.....	41
4.3.3 Acercamiento y caracterización de la población.....	41
4.3.4 Criterios de selección.....	43
4.3.5 Instrumentos para la recolección de datos.....	43
4.4 Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología.....	44
4.4.1 Presentación del proyecto.....	44
4.4.1.1 Fases del ABPy.....	46
4.4.1.2 Planeación y descripción del proyecto.....	47
4.5 Consideraciones éticas.....	49
5 Resultados y discusión.....	50
5.1 Descripción de la incidencia del ABPy en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos en los estudiantes de educación básica primaria y superior.....	51
5.1.1 Reconocimiento de la población y del contexto.....	51
5.1.2 Estructuración conceptual, a partir de preguntas temáticas o básicas de la investigación para la implementación del ABPy.....	53
5.1.2.1 Estructuración conceptual en educación básica primaria.....	54
5.1.2.2 Estructuración conceptual en educación superior.....	60

5.1.3 Aplicación del ABPy: elaboración de puentes conceptuales, considerando el acopio de la información y los esquemas para presentar las interpretaciones. ....	68
5.2. Comparación de la incidencia del ABPy en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos entre los estudiantes de educación básica primaria y superior.....	72
5.2.1 Comparación de datos recolectados: observaciones, entrevistas, descripciones del contexto y revisión de documentos.....	83
5.3 Análisis comparativo de la competencia explicación de fenómenos entre educación básica primaria y educación superior .....	86
6 Conclusiones .....	90
7 Recomendaciones.....	92
Referencias .....	94
Anexos.....	103

---

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Revisión bibliográfica relacionada con la Educación Inclusiva.....	19
<b>Tabla 2</b> Revisión bibliográfica relacionada con el enfoque STEM/STEAM.....	23
<b>Tabla 3</b> Caracterización de los participantes de los contextos básica primaria (Grado cuarto C de la I.E FLHB) y educación superior (Curso Sistemas Químicos V de la LCN de la UdeA).....	42
<b>Tabla 4</b> Descripción del proyecto: "Lactociencia: un camino accesible hacia una educación para todos".....	45
<b>Tabla 5</b> Descripción de las actividades del Proyecto "Lactociencia" por semana .....	47
<b>Tabla 6</b> Matriz de correlación entre las fases de investigación y los objetivos de la investigación.....	50
<b>Tabla 7</b> Planeación a partir del DUA en educación básica primaria.....	51
<b>Tabla 8.</b> Planeación a partir del DUA en educación superior .....	52
<b>Tabla 9</b> Cuestionario inicial educación básica primaria. Categorías emergentes a partir de 3 situaciones planteadas. ....	60
<b>Tabla 10</b> Cuestionario inicial educación superior. Categorías emergentes a partir de 3 situaciones planteadas. ....	65
<b>Tabla 11.</b> Resumen intervención ABPy .....	69
<b>Tabla 12.</b> Rúbrica con los criterios y los niveles de desempeño.....	71
<b>Tabla 13.</b> Resultados comparativos del desempeño de la competencia explicación de fenómenos para el criterio motivación y participación.....	72
<b>Tabla 14.</b> Resultados comparativos del desempeño de la competencia explicación de fenómenos para el criterio autonomía en el aprendizaje.....	75
<b>Tabla 15.</b> Resultados comparativos del desempeño de la competencia explicación de fenómenos para el criterio trabajo colaborativo .....	77
<b>Tabla 16.</b> Resultados comparativos del desempeño de la competencia explicación de fenómenos científicos .....	82
<b>Tabla 17.</b> Respuestas de los participantes antes, durante y después de la implementación del ABPy en educación superior .....	83
<b>Tabla 18.</b> Respuestas de los participantes antes, durante y después de la implementación del ABPy en educación básica primaria.....	85

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> Cuestionario aplicado a educación básica primaria y educación superior .....	54
<b>Figura 2</b> Cuestionario inicial. Evidencias de las respuestas a la pregunta De estas imágenes, ¿Cuáles son productos lácteos? En educación básica primaria. ....	55
<b>Figura 3</b> Cuestionario inicial. Explicación de la selección de la imagen a partir de la pregunta, Según la respuesta anterior ¿Cómo sabes que es un producto lácteo? En educación básica primaria. ....	56
<b>Figura 4</b> Cuestionario inicial. Evidencias de las respuestas frente a la pregunta 2 ¿Sabes cómo se convierte la leche en yogurt? En educación básica primaria. ....	57
<b>Figura 5</b> Cuestionario inicial. Evidencias de las respuestas frente a la pregunta 3 ¿Sabes qué pasaría con la leche si le agregas limón? En educación básica primaria. ....	58
<b>Figura 6</b> Evidencias de las respuestas a la pregunta según la respuesta anterior ¿Cuáles son productos lácteos? En educación superior .....	61
<b>Figura 7</b> Explicación de la selección de la imagen a partir de la pregunta ¿Cómo sabes que es un producto lácteo? En educación superior.....	62
<b>Figura 8</b> Evidencias de las respuestas en educación superior frente a la pregunta "¿Sabes cómo se convierte la leche en yogurt? Sí_ No_ Explica". ....	63
<b>Figura 9</b> Evidencias de las respuestas en educación superior frente a la pregunta “¿Sabes qué pasaría con la leche si le agregas limón? Sí_ No_ Explica”. ....	64
<b>Figura 10.</b> Registros fotográficos de las dos poblaciones. ....	74
<b>Figura 11.</b> Evidencia sobre autonomía en el aprendizaje.....	76
<b>Figura 12.</b> Evidencia del trabajo colaborativo en educación superior: elaboración conjunta de un producto lácteo .....	79
<b>Figura 13.</b> Evidencia en donde varios participantes asumieron más de un rol .....	80
<b>Figura 14.</b> Evidencia fotográfica del nivel de desempeño básico de trabajo colaborativo: producción de lácteos y créditos de video.....	80

### **Siglas, acrónimos y abreviaturas**

<b>ABPy</b>	Aprendizaje Basado en Proyectos
<b>APA</b>	American Psychological Association
<b>BIE</b>	Buck Institute for Education
<b>CAST</b>	Center for Applied Special Technology
<b>CESU</b>	Consejo Nacional de Educación Superior
<b>DUA</b>	Diseño Universal para el Aprendizaje
<b>DIA</b>	Agencia de Calidad de la Educación
<b>EBC</b>	Estándares Básicos de Competencia
<b>FLHB</b>	Francisco Luis Hernández Betancur
<b>GEM</b>	Global de Monitoreo en la Educación
<b>ICFES</b>	Instituto Colombiano para la Evaluación de La Educación
<b>LCN</b>	Licenciatura en Ciencias Naturales
<b>LSC</b>	Lengua de Señas Colombiana
<b>MEN</b>	Ministerio de Educación Nacional
<b>NEE</b>	Necesidades Educativas Especiales
<b>PEI</b>	Proyecto Educativo Institucional
<b>PEP</b>	Proyecto Educativo de Programa
<b>STEM</b>	Science, Technology, Engineering and Mathematics
<b>UNICEF</b>	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
<b>UdeA</b>	Universidad de Antioquia

## Resumen

La investigación *Lactociencia: Un Camino Accesible hacia la Educación Convergente entre la Escuela y la Universidad* analiza cómo el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) impacta el desarrollo de la competencia explicación de fenómenos en estudiantes de educación básica y educación superior.

Para llevar a cabo la investigación, se utilizó un paradigma cualitativo con un estudio de caso intrínseco, ya que, por las particularidades de ambos contextos, en donde se tenían diferentes niveles de complejidad, se convierte en un caso importante de ser analizado. Se implementó el proyecto "Lactociencia: un camino accesible hacia una educación para todos", el cual se desarrolló durante seis semanas, divididas en tres fases: lanzamiento, aplicación y cierre.

Se realizaron actividades para crear un producto lácteo, con el fin de desarrollar la competencia de explicación de fenómenos, basadas en el ABPy y el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA). Se recolectaron datos mediante observación, diarios pedagógicos, videos y cuestionarios iniciales y finales. Participaron ocho estudiantes de cuarto grado de la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur y ocho de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad de Antioquia.

Los resultados mostraron que el ABPy incide en el desarrollo de la competencia explicación de fenómenos, ya que fomenta la motivación, la participación, la autonomía, el trabajo colaborativo y la explicación científica, asegurando un aprendizaje accesible.

*Palabras clave:* STEM, DUA, ABPy, educación superior, educación básica primaria, explicación de fenómenos.

### **Abstract**

The research *Lactociencia: An Accessible Path Towards Convergent Education between School and University* analyzes how Project-Based Learning (PBL) impacts the development of the competency of explaining phenomena in students of primary and higher education.

A qualitative paradigm with an intrinsic case study was used for the research, considering the distinct complexities of both contexts, making it an important case to analyze. The project *Lactociencia: An Accessible Path Towards Education for All* was implemented over six weeks, divided into three phases: launch, application, and closure.

Activities were carried out to create a dairy product, aiming to develop the competency of explaining phenomena, based on PBL and Universal Design for Learning (UDL). Data was collected through observations, pedagogical journals, videos, and initial and final questionnaires. Eight fourth-grade students from Francisco Luis Hernández Betancur School and eight students from the Chemistry Systems V course of the Natural Sciences Teaching Degree at the University of Antioquia participated in the study.

The results showed that PBL positively impacts the development of the competency of explaining phenomena, as it fosters motivation, participation, autonomy, collaborative work, and scientific explanation, ensuring accessible learning.

Keywords: STEM, UDL, PBL, higher education, primary education, explanation of phenomena.

## Introducción

La investigación *Lactociencia: Un Camino Accesible hacia la Educación Convergente entre la Escuela y la Universidad* nace de la firme convicción de sus autoras sobre la importancia de una educación para todos. Desde el inicio de su trayectoria, las investigadoras se sintieron motivadas por la injusticia de un sistema educativo que, a menudo, excluye a ciertos grupos. Una de ellas expresó: *Qué bonito que todos, a pesar de cualquier diferencia que tengamos, podamos tener una educación digna*. Este ideal de equidad que fomenta la educación inclusiva fue el motor que impulsó su interés en explorar cómo el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) podría impactar el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos en estudiantes de educación básica y de educación superior.

Para llevar a cabo esta investigación, se adoptó un enfoque cualitativo a través de un estudio de caso intrínseco, permitiendo un análisis profundo de las particularidades de los contextos educativos. Se implementó el proyecto *Lactociencia: un camino accesible hacia una educación para todos*, desarrollado en tres fases: lanzamiento, aplicación y cierre, a lo largo de seis semanas. Las investigadoras diseñaron actividades centradas en la creación de un producto lácteo, con el objetivo de fortalecer la competencia de explicación de fenómenos, utilizando el ABPy y el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA). Este esfuerzo involucró a ocho estudiantes de cuarto grado de la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur y ocho de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad de Antioquia.

Adicionalmente, en esta investigación se vincula una serie de temas como la educación inclusiva, en donde se reconoce la diversidad y se busca garantizar un entorno de aprendizaje que promueva la participación y el desarrollo de todos los estudiantes. Este enfoque se apoya en políticas y prácticas que aseguran que cada individuo reciba los apoyos necesarios en su proceso formativo, creando una educación accesible para todos. En este contexto, el DUA se presenta como una alternativa pedagógica clave que, a través de sus tres principios fundamentales permite atender la diversidad desde una perspectiva inclusiva (Pastor, 2019).

Por otro lado, el enfoque *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) al integrarse con la educación inclusiva, ofrece oportunidades para mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje a través de metodologías activas como el ABPy, se promueve un aprendizaje más autónomo, significativo y colaborativo, donde los estudiantes son protagonistas de su propio

proceso formativo (MEN y Parque Explora 2021). Estas metodologías potencian la capacidad de los estudiantes para resolver problemas complejos y desarrollar competencias científicas, como la explicación de fenómenos (Ferrada, *et al.*, 2021). Es por esto que se planteó la siguiente pregunta de investigación *¿De qué manera incide la aplicación del ABPy en el desarrollo de la competencia explicación de fenómenos en estudiantes de básica primaria y educación superior?*

Por tal motivo, el propósito de este estudio es describir la incidencia del ABPy en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos en estudiantes de educación básica primaria y de educación superior y, a partir de allí, interpretar la convergencia en el desarrollo de esta competencia entre los dos niveles educativos, lo que puede ofrecer valiosos insumos para la mejora de las prácticas en la enseñanza de las ciencias.

La estructura del trabajo está organizada de la siguiente manera: en el primer apartado, se abordan el planteamiento del problema, justificación y los antecedentes, que dan cuenta de la importancia de esta investigación a nivel internacional, nacional y local. En el segundo, se aborda el marco referencial en donde se describen los conceptos que sustentan la investigación, tales como educación inclusiva, DUA, STEM ABPy como una metodología activa y los Estándares Básicos de Competencias (EBC) como un criterio para analizar el desarrollo de las mismas. Asimismo, un marco legal para brindar la fundamentación reglamentaria sobre la cual se justifica esta investigación.

En el tercer apartado, se describe el diseño metodológico en donde se muestra las características de la investigación. Finalmente, se muestran los resultados obtenidos, contrastando los avances en la competencia de explicación de fenómenos entre los estudiantes de educación básica primaria y los de educación superior. Además, se muestran las conclusiones finales, los hallazgos y se ofrecen recomendaciones para futuras investigaciones y prácticas educativas.

## 1 Planteamiento del problema y justificación

La Educación Inclusiva, según el Ministerio de Educación Nacional (MEN), es un proceso que reconoce y responde de manera pertinente a la diversidad, es decir, promueve el aprendizaje, el desarrollo y la participación para todos sin discriminación o exclusión alguna ya que, se garantizan los apoyos y ajustes razonables en caso de ser requeridos para el proceso formativo de cada individuo. De esta manera, se eliminan las barreras existentes en el entorno educativo a través de prácticas, políticas y culturas (MEN, 2018).

En este sentido, es pertinente mencionar que existen diferentes alternativas pedagógicas que permiten dar respuesta a la diversidad de los estudiantes, una de ellas es el “Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) que proporciona un marco teórico-práctico en la intervención educativa para atender a la diversidad desde una perspectiva inclusiva” (Pastor, 2019, p.57). Esta propuesta contempla tres principios fundamentales para el desarrollo de las prácticas educativas: múltiples formas de implicación, múltiples formas de representación y múltiples medios de acción y expresión (Pastor, 2018).

Conforme a lo anterior, Cortés y sus colaboradores (2021) presentaron el DUA como una herramienta que fundamenta la educación inclusiva y su calidad. Además, identifican las barreras que se presentan en el entorno educativo, las cuales deben ser eliminadas o transformadas ya que limitan el aprendizaje y no se brindan las oportunidades o los recursos para alcanzar este ideal (Moreno y Ramos; 2021; Fernández y Durán, 2020; Parrilla, 2002)

En este sentido, González y sus colaboradores (2022) indicaron que las prácticas pedagógicas inclusivas no dependen solo del docente y de sus procesos de enseñanza, sino que también se requiere de todos los integrantes de la comunidad educativa y del acompañamiento de familiares en el proceso educativo. Otro desafío está en que la corresponsabilidad entre la familia y la institución educativa garantice el derecho de una educación para todos y sus aprendizajes (Ortiz, 2020). Con respecto a lo anterior, Covarrubias (2019) resaltó lo siguiente:

La identificación de las barreras para el aprendizaje y la participación requieren de un trabajo conjunto y colaborativo entre los diferentes actores, en donde se puedan clarificar qué tipo de barrera son –culturales, políticas o prácticas–, en qué contextos se están presentando –aula, escuela, familia, comunidad–, qué actores las están generando y si son de carácter transversal o específica. (p. 150)

A partir de estos argumentos, se puede resaltar la importancia que tienen las políticas, lineamientos, normativas y metodologías en torno a la educación inclusiva, ya que de ellas y de las gestiones que se realicen dependen los recursos para atender a la diversidad (Peña y Hurtado, 2022; Moreno y Ramos, 2021; Calvopiña, *et al.*, 2017).

Con respecto a los contextos que se presentan en esta área de la educación, se ha reportado que debe haber una vinculación afectiva en la comunidad educativa para brindar un acompañamiento y un ambiente propicio a los estudiantes. Es decir, que haya una corresponsabilidad entre todos los participantes desde su rol para garantizar una educación para todos (Fernández y Durán, 2020; Ortiz, 2020). La idea anterior, concuerda con lo expresado por González y sus colaboradores (2022) quienes indicaron que las prácticas pedagógicas inclusivas no dependen solo del docente y de sus procesos de enseñanza, sino que también se requiere de todos los integrantes de la comunidad educativa y del acompañamiento de familiares en el proceso de los estudiantes.

Incluso, varios autores consideran que las familias son agentes activos en la educación de los estudiantes porque inciden directamente en los procesos de transformación del sistema y de los entornos educativos para hacer de la escuela un espacio más inclusivo (Simón y Barrios, 2019; Ayala de la Peña, *et al.*, 2023). Aunque, en otros estudios muestran evidencia de que la familia puede ser una barrera en la educación inclusiva ya que, en muchas ocasiones, no reconocen las necesidades que presentan sus hijos en el proceso educativo (Ortiz, 2020; González, *et al.*, 2019).

Conforme a ello, son los profesores quienes deben de trabajar de manera conjunta y colaborativa con las familias. Por otro lado, se puede evidenciar que la educación inclusiva está avanzando en la formación de nuevos docentes que tengan sensibilidad por las demandas de una educación con todos y para todos, ya que existen desafíos relacionados con enseñanza en ambientes inclusivos (Fernández Batanero, 2013). Lo anterior implica que los docentes tengan nuevos cambios en las estrategias metodológicas para garantizar una educación inclusiva y de calidad (Laitón, *et al.*, 2017).

Por tal motivo, la integración de disciplinas como la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) ha sido planteada por varios autores, como una posible alternativa para formar a los estudiantes con las competencias propias que faciliten las condiciones de creatividad, motivación, trabajo colaborativo y construcción de un conocimiento integral, complejo e interdisciplinar (Molina, 2023; Celis y González, 2021; Molina, 2021; Botero, 2018). Además, se

ha encontrado que la aplicación de este enfoque desarrolla un aprendizaje significativo y mejora el desempeño en la realización de las actividades en ciencias naturales y de otras disciplinas (Argüello, 2021; Agreda, *et al.*, 2016).

Por lo tanto, el enfoque STEM es una oportunidad para mejorar los procesos de enseñanza de los profesores mediante herramientas que permitan a los estudiantes integrar los conocimientos y puedan resolver problemas complejos. De esta manera, se favorece el proceso educativo de los niños, niñas, adolescentes y jóvenes (Ferrada, *et al.*, 2021).

Aunque la educación STEM se ha convertido en una tendencia entre profesores, se ha reportado que gran parte de ellos y los directivos no han aprendido a integrar los contenidos STEM en los contextos y, por ende, se limita su implementación en libros de texto y en actividades de la enseñanza de las ciencias, desaprovechando todo este potencial para promover un aprendizaje completo y significativo en los procesos educativos (Cano, *et al.*, 2020; Ferrada, *et al.*, 2018; Araya, 2016).

Lo anterior, se evidencia porque algunos profesores son temerosos y distantes por participar e implementar las herramientas propuestas de este enfoque porque se encuentran demasiado ocupados al tener otras obligaciones dentro de la institución educativa o no cuentan con bases tecnológicas y/o con los equipos suficientes. En caso contrario, cuando lo incorporan en sus prácticas educativas, no cuentan con la formación para hacerlo y esto conlleva a confusiones entre ellos (Buitrago, *et al.*, 2022; Shernoff, *et al.*, 2017).

Hasta ahora se ha abordado la problemática frente a la educación inclusiva y el enfoque STEM. Ahora, es importante tener en cuenta que estos dos enfoques educativos promueven la diversidad, la inclusión y la participación activa de niñas, niños, adolescentes y jóvenes. Asimismo, están mediados con recursos, materiales de enseñanza y experiencias de aprendizaje apropiadas y pertinentes que reconocen los saberes, intereses, habilidades y contextos de las comunidades para una educación accesible (MEN, 2021; UNESCO, 2020).

Sin embargo, existe un gran desafío que es la segregación que hay dentro de la misma inclusión, pues hay una idea distorsionada de lo que significa la educación inclusiva, ya que el análisis del informe Global de Monitoreo en la Educación (GEM) muestra que:

Las leyes de las que son responsables los ministerios de educación ya sean generales o centradas en la inclusión, suelen ir dirigidas a grupos individuales, principalmente las personas con discapacidad. De los países examinados, el 79% tiene leyes referentes a la

educación de las personas con discapacidad, el 60% a las minorías lingüísticas, el 50% a la promoción de la igualdad de género, y el 49% a los grupos étnicos e indígenas (UNESCO, 2020, p.37)

Las características anteriores, dan cuenta que para muchas personas la educación inclusiva sólo se enfoca en las personas con discapacidad, pero en realidad abarca todo tipo de poblaciones (UNESCO, 2020). Por lo tanto, un buen comienzo para eliminar todas las dificultades que se presentan en los procesos de enseñanza con equidad, es considerar las herramientas planteadas por el STEM dentro del enfoque de la educación. Para explicar esta situación, es importante resaltar que, tanto la educación inclusiva como el enfoque STEM se han visto permeados por diferentes estrategias tales como las metodologías activas que facilitan la ejecución y potencian los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) es un ejemplo de estas metodologías activas que permite el “aprender a aprender”. Es decir, que los estudiantes tienen un aprendizaje más autónomo para construir sus propios conocimientos, refleja las dinámicas del mundo real y fortalece habilidades sociales y de comunicación y busca que el maestro sea una guía y no quién de la última palabra (Celis, y González, 2021; Santillán, *et al.*, 2020; Agreda, *et al.*, 2016; Ausin, *et al.*, 2016). Este tipo de estrategia permite que el aprendizaje vaya más allá de una simple instrucción y busca que el estudiante aprenda a ‘leer su contexto’, visibilice problemáticas y busque soluciones por medio de su propio razonamiento y creatividad (Carmona, *et al.*, 2019).

Es así como la convergencia de estos enfoques: Educación Inclusiva y STEM junto con las metodologías activas como lo es el ABPy y bajo el marco del DUA, es una buena propuesta para tratar de eliminar las barreras presentes en el aula y, en especial, en el aprendizaje de competencias<sup>4</sup> científicas tal como explicación de fenómenos ya que son temas abstractos y, por lo tanto, difíciles de comprender (Córdova, *et al.*, 2016; López, 2015).

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, para este trabajo de grado fue interesante plantear la siguiente pregunta de investigación:

¿De qué manera incide la aplicación del ABPy en el desarrollo de la competencia explicación de fenómenos en estudiantes de básica primaria y educación superior?

## 1.1 Antecedentes del planteamiento del problema

La revisión de la bibliografía actualizada que ayudó a plantear el problema de esta investigación se basó en criterios que mostraron conocimientos sobre los temas que se consideraron en este trabajo. Se reunieron estudios empíricos a nivel internacional, nacional y departamental, que en lo posible no superaran los últimos cinco años de ser publicados, los cuales permitieron validar elementos importantes y tener un panorama más amplio frente a la Educación Inclusiva y STEM. Para este rastreo se utilizaron buscadores académicos como Dialnet, ScienceDirect, ResearchGate, Scielo, DOAJ y Redinet.

De esta manera, se pudieron establecer cronológicamente los antecedentes de cada uno de los estudios encontrados con su respectivo título, autor, año y lugar de publicación y aspectos relevantes de cada investigación que fueron consignados en una tabla para revisar, de manera organizada, el estado del conocimiento de cada uno de los temas. Posteriormente, se realizó un análisis comparativo y reflexivo para observar las diferentes perspectivas de los investigadores en esta área específica de investigación.

**Tabla 1**

*Revisión bibliográfica relacionada con la Educación Inclusiva*

Categoría	Nivel	Autor	Año/País	Título	Aspectos relevantes
Educación Inclusiva	Departamental	Ortiz.	2020, Medellín, Antioquia	Experiencias de familias en relación con su participación en la educación inclusiva de niños y niñas con discapacidad	Esta investigación se realizó con tres familias de la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur. En la cual el autor indagó el sentido que le dan las familias a las experiencias vividas en el proceso educativo de los estudiantes con discapacidad. Los resultados revelan cómo la experiencia y los roles en las familias se convierten en fuente de fortaleza. Por otro lado, se evidencia que en la composición familiar existe una postura patriarcal y, en consecuencia, la mujer es quien participa de los procesos de inclusión mientras el hombre toma un lugar marginal.

	Moreno Ramos.	y	2021, Apartadó, Antioquia	Aulas inclusivas y atención a la diversidad - Un estudio de caso I.Ed La Paz Apartadó Antioquia.	Los autores, realizaron una investigación en I.Ed La Paz Apartadó Antioquia con la cual se busca caracterizar las prácticas pedagógicas que favorecen la educación inclusiva y contribuyen a la atención de la diversidad en el aula. En los resultados de este estudio, se encontró que en las prácticas pedagógicas de esta institución si hay atención a la diversidad, ya que los docentes implementan estrategias didácticas en torno a la educación inclusiva y es ahí donde su rol y actitud cobra importancia en los procesos educativos. Esto fomentó valores como la equidad y la empatía dentro del aula.
	Rojas Hernández.	y	2022, Colombia	Lineamientos y prácticas de educación inclusiva en la universidad.	En este estudio los autores analizaron los lineamientos y prácticas que se implementan en el marco de la educación inclusiva en una universidad colombiana. A partir de esto, encontraron que la educación inclusiva es contemplada por los documentos institucionales como un factor fundamental para la calidad educativa, sin embargo, los resultados encontrados, dan cuenta de que no existen protocolos de atención para las poblaciones en riesgo de exclusión y hay desconocimiento de lo anterior por parte de la comunidad educativa.
Nacional	González Martínez.	y	2022, Colombia	Enseñanza de las Ciencias Naturales para la Inclusión: Un Análisis Bibliométrico de Literatura Especializada	En este estudio los autores exponen que hay pocas experiencias documentadas de la Educación en Ciencias Naturales relacionada con la Educación Inclusiva, por lo cual, los autores proponen un análisis de literatura enfocado a esta temática. La intención principal de este análisis es identificar elementos teóricos y metodológicos que favorezcan las propuestas educativas y el tipo de prácticas implementadas en el sistema educativo colombiano. Los resultados cuentan la importancia de la formación de profesores en Educación Inclusiva y como estas se involucra en la Educación en Ciencias Naturales.
Internacional	Fernández Durán.	y	2020, Chile	Actuar-Enseñar entre la Diversidad: Construyendo Educación Inclusiva en Atacama.	Los autores analizaron las experiencias de profesionales de la comunidad educativa de 6 escuelas públicas con Programa de Integración Escolar y en proceso de implementación de la ley de inclusión, en las tres provincias de la Región de Atacama. En las experiencias y opiniones de los participantes, se evidencian obstáculos, facilitadores, y elementos significativos que aportan a la construcción del conocimiento teórico y práctico, lo anterior es referido principalmente por la resistencia que existe a la transformación de prácticas tradicionales, la participación de la comunidad educativa y a la instalación de prácticas innovadoras mediante adaptaciones curriculares.

Cortés,  
Ferreira y  
Arias. 2021, España

Fundamentos  
del Diseño  
Universal para el  
aprendizaje  
desde la  
perspectiva  
internacional.

Para esta investigación, los autores presentaron un estudio que se enmarca en el área de la educación inclusiva, profundizando en el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA). A partir de lo anterior, se realizó un análisis documental de los siete fundamentos del DUA. Los resultados evidenciaron que no todos los documentos usados para el estudio contemplan en su contenido las categorías de análisis, por lo que se requiere de un nuevo tratamiento a nivel internacional del DUA para promover una educación inclusiva y de calidad para todos.

---

Es importante observar cómo los autores resaltan la importancia de la educación inclusiva dentro de las prácticas docentes y evidencian algunas barreras que se pueden presentar en el contexto educativo y sugieren algunas consideraciones para eliminarlas por ejemplo, a nivel internacional Cortés y sus colaboradores (2021) resaltaron la importancia del DUA cuando en una revisión documental publicada por los organismos internacionales relacionados con la educación, encontraron que había falencias en cuanto a los siete fundamentos del DUA (derecho de la educación; diversidad; Diseño Universal; currículo flexible; igualdad de oportunidades; neurociencia y tecnologías de la información y la comunicación). Por lo tanto, sugieren hacer un nuevo tratamiento para promover una educación con equidad y calidad que respete las necesidades individuales dentro del proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Por su parte, Fernández y Durán (2020) mediante una serie de entrevistas a los actores que participan en la educación inclusiva, identificaron elementos claves para la conformación de comunidades que ayuden a eliminar barreras y elementos significativos que aporten a la construcción del conocimiento teórico y práctico en estos contextos.

A nivel nacional, también se han identificado elementos teóricos y metodológicos que favorecen la construcción de propuestas formativas y que fortalecen este tipo de prácticas en los distintos niveles del sistema educativo colombiano. Para ejemplificar lo anterior, se encuentra el trabajo de González-Román y Martínez-Pérez (2022) quienes, a través de un análisis documental relacionado con la enseñanza de las ciencias naturales para la inclusión, encontraron que la principal categoría se centraba en discapacidad sensorial. Por lo cual concluyeron sobre la importancia de involucrar la articulación de la Educación Especial Inclusiva con la Educación en Ciencias Naturales, en particular frente a la enseñanza de la Química.

Asimismo, Rojas y Hernández (2022) analizaron los lineamientos y prácticas que se implementan en el marco de la educación inclusiva en una universidad colombiana. Este estudio etnográfico encontró, mediante una revisión de documentos institucionales y que son considerados como un factor importante para la calidad educativa, que no existen protocolos específicos que puedan atender a poblaciones prioritarias desde el área de la inclusión.

Adicionalmente, encontraron que la comunidad académica no conoce los procedimientos de inclusión que tiene la universidad y señalan las diferentes dificultades que se presentan en este ámbito particular. De esta manera concluyen que las instituciones de educación superior deben proponer políticas y estrategias que brinden procesos planificados que favorezcan la educación con equidad y calidad.

Es importante destacar cómo esta temática no es ajena a nivel de algunas regiones del Departamento de Antioquia. Un estudio realizado por Moreno y Ramos (2021) sobre aulas inclusivas y atención a la diversidad, en una institución educativa de Apartadó, Antioquia, encontraron que las prácticas pedagógicas que atienden a la diversidad mostraron premisas que posibilitan la igualdad de oportunidades un currículo flexible.

Finalmente, Ortiz García (2020) en su trabajo, menciona la importancia de la familia en los entornos educativos para la construcción de una educación inclusiva y una transformación en el sistema educativo. Lo anterior, porque sus hallazgos revelaron cómo la experiencia de convivir con una persona con discapacidad se convierte en una fortaleza para la familia lo que implica asumir nuevas funciones y modificar las representaciones relacionadas con la discapacidad.

De acuerdo con la revisión de estas investigaciones se puede observar que se correlacionan con lo establecido en el Decreto 1421 de 2017 en donde se establece que el DUA “comprende los entornos, programas, currículos y servicios educativos diseñados para hacer accesibles y significativas las experiencias de aprendizaje para todos los estudiantes a partir de reconocer y valorar la individualidad” (Artículo 2.3.3.5.1.4). Además, se concibe como un medio para llegar a entornos de aprendizaje donde no tengan cabida las barreras ni la exclusión que prime la igualdad de oportunidades como fundamento de acción, para garantizar una educación de calidad en la que se tenga en cuenta el desarrollo del alumno, así como su identidad, cultura o idioma.

Como se mencionó en el planteamiento del problema, son varios los desafíos que se pueden encontrar en estos ambientes inclusivos (Fernández Batanero, 2013), lo cual implica que las

estrategias en las metodologías tradicionales tengan que ser rediseñadas para que se pueda apostar a la educación con equidad y calidad (Laitón, *et al.*, 2017).

Por esta razón, en este trabajo de investigación se propuso integrar el enfoque STEM dentro de la Educación inclusiva ya que, como se había señalado antes, se pueden implementar metodologías activas como una estrategia para el fortalecimiento del aprendizaje para que sea mucho más accesibles.

**Tabla 2**

*Revisión bibliográfica relacionada con el enfoque STEM/STEAM*

Categoría	Nivel	Autor	Año/País	Título	Aspectos relevantes
	Departamental	Carmona, Cardona y Castrillón.	2020, Colombia	Estudio de fenómenos físicos en la formación inicial de profesores de Matemáticas. Una experiencia con enfoque STEM.	Los autores exponen que hay dificultades en la transversalización de procesos educativos pese al interés de los profesores de matemáticas por aplicar STEM. Diseñaron una experiencia STEM modelada para aplicar las matemáticas en los contextos de las ciencias (física) y la tecnología. Los resultados informan que la experiencia ayudó que los profesores alcanzaran reflexiones didácticas que reflejen un nivel de preparación y potencial que favorece la integración del STEM en su ejercicio profesional.
STEAM/STEM		Celis y González.	2021, Colombia	Aporte de la metodología STEAM en los procesos curriculares.	Los autores realizaron una revisión sistemática de la literatura para identificación de los aportes del STEAM en los procesos curriculares. Los resultados del análisis permitieron definir cuatro líneas de trabajo: fundamentación teórica STEAM en educación, métodos STEAM para la educación y aportes de la metodología STEAM tanto a la interdisciplinariedad curricular como a las competencias profesores. Se concluye que la metodología STEAM permite la construcción del conocimiento a través de metodologías activas.
	Nacional	Argüello	2021, Colombia	Metodología Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas aplicada al Proceso de Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Naturales.	En esta investigación el autor analizó la incidencia de STEM en el proceso de enseñanza aprendizaje en el área de ciencias naturales de los estudiantes de quinto de básica primaria, mediante una investigación acción de enfoque cualitativo. El estudio se delimito a profesores y estudiantes del grado quinto de la Institución Educativa Santo Ángel en Bucaramanga, Colombia. El resultado al aplicar STEM en las ciencias naturales, logró una buena adaptabilidad y mejora significativa en el desempeño de los estudiantes y profesores en la asignatura gracias a actividades de tipo interdisciplinario.

	Molina	2023, Colombia	Aportes de la educación STEM a la enseñanza de las Ciencias en Colombia.	El autor pretende mostrar la motivación de Colombia en implementar un enfoque educativo STEM como estrategia para mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje. Esto se dio por diferentes propuestas educativas al fortalecimiento de las competencias digitales en niños, jóvenes y adolescente de todo el territorio colombiano.
	Ferrada, Díaz-Levicoy y Salgado.	2018, España y Chile	Análisis de actividades STEM en libros de texto chilenos y de españoles de Ciencias.	En esta investigación se presentan los resultados sobre un análisis de actividades ajustadas al enfoque STEM que hay en libros de texto de Chile y de España que son muy importantes en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias. Se analizaron dos libros de Ciencias en Educación Primaria chilena (séptimo y octavo grado) y dos de Educación secundaria española (primero y segundo grado). Los resultados muestran baja presencia de las fases finales de trabajo, las cuales requieren un mayor grado de conocimiento específico
	Santillán, Santos, Jaramillo y Cadena.	2020, Ecuador	STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior.	Los autores realizaron una revisión de bases conceptuales y teóricas, de la metodología STEAM en la educación superior, con la cual llegaron a la conclusión que se evidenció el impacto de estos proyectos de aprendizaje STEAM, en el proceso educativo universitario desde el enfoque interdisciplinario y las habilidades del STEAM.
Internacional	Ferrada, Díaz-Levicoy y Carrillo.	2021, Chile y España	Integración de las actividades STEM en libros de texto.	En este estudio, los autores analizaron en qué medida los libros de texto de Ciencias de Educación Primaria en España y Chile se alinean con la perspectiva STEM, se aplicó por medio de una metodología de análisis. Los hallazgos dan cuenta de la necesidad de incrementar la relación entre las diversas disciplinas para lograr un verdadero enfoque STEM integrado.
	Ferrada, Díaz-Levicoy y Puraivan.	2022, España	Aula en un ambiente STEM: una oportunidad para la innovación.	En este estudio, los autores abordan el enfoque STEAM y con el buscan fomentar y estimular espacios de enseñanza y de aprendizaje que se desarrollen en un espacio físico, se implementa según un modelo educativo colaborativo y flexible incentivando nuevos modelos y competencias de aprendizaje a través de tecnologías en un ambiente STEAM. Además, de fomentar la creatividad en la búsqueda de expresión sobre las artes, innovando y afrontando las necesidades del futuro a través del desarrollo de proyectos para trabajar en y para los mismos estudiantes, explorando y resolviendo problemas a través del pensamiento crítico, la comunicación efectiva, la gestión eficiente del tiempo.

De acuerdo con la Tabla 2, se puede observar que los autores hablan de STEM y de STEAM, algunos incorporan el Arte (A) como una nueva disciplina (Celis y González 2021; Santillán, *et*

*al.*, 2020). Frente a este aspecto es importante aclarar que la incorporación de esta nueva disciplina ayudó al fortalecimiento de competencias como “la creatividad, la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la autonomía, la iniciativa y la colaboración, las cuales son fundamentales para la comprensión actual del enfoque” (MEN y Parque Explora, 2021, p.8). Por otra parte, en los artículos mostrados los autores destacan que el acercamiento al enfoque STEM, permite que los educadores tengan las herramientas para promover una educación de calidad y el trabajo interdisciplinar.

Por consiguiente, se evidencia que a nivel internacional Ferrada y sus colaboradores (2018, 2021 y 2022) son un gran referente en lo que se refiere al enfoque STEM, ya que han realizado varias investigaciones con respecto a este tema. Por ejemplo, este autor con su equipo en el 2018, dieron a conocer los resultados sobre el análisis de actividades que se ajustaban a la propuesta metodológica STEM en libros de texto de Chile y España, mediante una metodología cuantitativa, de nivel descriptivo, basada en la aplicación de una pauta de verificación diseñada de acuerdo con el Modelo Interdisciplinar de Educación STEM.

Los hallazgos más importantes de los autores mencionados anteriormente dan cuenta que las ciencias presentan una oportunidad de motivar la interacción con diferentes disciplinas en una misma situación y es una opción para enfrentar interdisciplinariedad es incentivar e implementar el trabajo en competencias y habilidades STEM.

Del mismo modo, Ferrada con otros colaboradores en 2021, hacen nuevamente un análisis del STEM en los libros de texto de España y Chile. En esta investigación a diferencia de la anterior se usa una metodología cualitativa y descriptiva, donde se emplea el método de análisis de contenido. Con esta investigación se logra demostrar que un currículo integrador potenciado por el STEM puede generar en los estudiantes mayores posibilidades en la adquisición de competencias necesarias en los escenarios actuales, reforzando la idea de concebir la educación desde el punto de vista interdisciplinar, las cuales se pueden llevar a la práctica por medio del libro de texto.

Finalmente, en el 2022, este autor con otro equipo de investigación propone en su investigación un aula STEM, en donde se fomente la inclusión, la participación de los estudiantes y se facilite la interacción con los contenidos al igual que las múltiples interacciones mediante la ejecución de proyectos por medio de la tecnología, con el fin de estimular los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Al igual que Ferrada y sus colaboradores (2018 y 2021) otros investigadores han hablado de la importancia de la interdisciplinariedad. Uno de ellos es Santillán-Aguirre (2020) que concuerdan en la importancia del uso de proyectos para generar en los estudiantes un aprendizaje significativo, holístico y contextualizado. Esta investigación es documental y de carácter descriptivo donde buscaba las bases conceptuales y teóricas de la metodología STEAM, estos hallazgos conceptuales fueron implementados en algunos grupos universitarios en donde se pudo concluir que la implementación de los proyectos de aprendizaje basados en STEAM son un recurso de apoyo para potencializar y favorecer los procesos educativos transformadores en la educación superior

En cuanto al contexto colombiano Celis y González (2021) resalta que el STEM permite la construcción de un conocimiento integral, complejo e interdisciplinar a través de metodologías activas que promueven el desarrollo del pensamiento crítico, creativo, reflexivo, lógico y sobre todo el desarrollo de los procesos cognoscitivos. Esto se logra gracias a una revisión sistemática de la literatura que permita la identificación de los aportes de la metodología STEAM en los procesos curriculares.

Continuando con lo anterior, Celis y González (2021) al igual que Ferrada y sus colaboradores (2018 y 2021) afirman que este enfoque promueve la integración de diversas disciplinas que tradicionalmente se consideraban independientes como la matemática y el arte, permitiendo así desarrollar procesos metacognitivos como el autoconocimiento, la autorregulación o la autovaloración, los cuales resultan primordiales para los retos actuales. También concuerda con Santillán-Aguirre (2020) en que el STEM no solo se potencia en la educación básica sino también en la educación superior.

Por otro lado, es importante resaltar aquellas investigaciones que se enfocan en la enseñanza de las ciencias. Una de ellas es realizada por Argüello-Guevara (2021) la cual manifestó en su investigación cualitativa, como el enfoque STEM muestra una amplia efectividad en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales a través de actividades de tipo interdisciplinario. Uno de los mayores hallazgos es que la aplicación de los contenidos curriculares a problemáticas reales del entorno permite una gran validación de por parte de los estudiantes, una apropiación de conceptos, realidades y el desarrollo de competencias acordes a las necesidades de la sociedad del siglo XXI. Adicionalmente recalcó que aplicar el enfoque STEM en los procesos de enseñanza y aprendizaje en ciencias naturales, le da a esta importante área el toque activo propio de la misma,

una asignatura tan empírica, además, no se debe seguir limitando a salón, marcador y tablero, pues una vez más queda demostrado, el aprender haciendo a través de experiencias significativas hace el aprendizaje más duradero y real.

Asimismo, Molina (2023) también destaca que el enfoque STEM se establece como un facilitador de condiciones para la creatividad, la motivación y el trabajo colaborativo en los estudiantes, por lo cual las diversas investigaciones demuestran la importancia y la necesidad de diseñar y aplicar estrategias de aprendizajes activas.

Finalmente, a nivel departamental, Carmona y sus colaboradores (2020) en su trabajo menciona que el contexto es relevante en el enfoque STEM para favorecer una mayor conexión y significados más profundos de las disciplinas a integrar. También resalta que los docentes en formación pueden implementar desde su práctica este enfoque para permearse y llevar al aula metodologías activas que fomenten un aprendizaje más transdisciplinar.

Estas investigaciones comprueban la eficacia de llevar al aula el enfoque educativo STEM, ya que permite visualizar estrategias y beneficios que conllevan a la transdisciplinariedad, la integración, la inclusión, el trabajo colaborativo y participativo dentro del aprendizaje de los estudiantes tanto en educación básica como en la educación superior.

Todas las investigaciones mencionadas anteriormente convergen en que este enfoque facilita la enseñanza experiencial, ya que permite que los estudiantes identifiquen problemas de su cotidianidad y busquen posibles soluciones desde múltiples perspectivas, proporcionándole al estudiante habilidades que se potencien los diferentes escenarios que se presenten dentro del aula y fuera de esta.

## **2 Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Analizar la incidencia de la aplicación del ABPy en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos en estudiantes de educación básica primaria y educación superior.

### **2.2 Objetivos específicos**

Describir la incidencia del ABPy en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos en los estudiantes de educación básica primaria y superior

Comparar la incidencia del ABPy en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos entre los estudiantes de educación básica primaria y superior

Interpretar la convergencia de la competencia explicación de fenómenos entre los estudiantes de educación básica primaria y de educación superior

### **3 Marco referencial**

#### **3.1 Marco conceptual**

La educación es un derecho de todos sin excepción y una oportunidad de actuar por el bien común, es por eso que en este apartado se muestran los conceptos claves en esta investigación, los cuales permitieron abordar el problema y los objetivos propuestos.

##### **3.1.1 Educación Inclusiva**

A través de los años se ha trabajado la educación inclusiva desde diferentes miradas, la visión de los años 80 y 90 se enfocaba en atender a las personas en situación de discapacidad bajo el término “Necesidades Educativas Especiales” (NEE). Aunque en su momento la integración sirvió para visibilizar ciertos grupos excluidos de los sistemas educativos, el concepto ya está en desuso. (MEN, 2013)

Desde 1994 se impulsa a nivel internacional la idea de educación inclusiva en la Conferencia Mundial sobre necesidades educativas especiales en Salamanca donde se estableció que todas las personas tienen derecho a una educación de calidad en un entorno inclusivo dando paso a una educación para todos.

“La educación inclusiva está relacionada con la capacidad de potenciar y valorar la diversidad (entendiendo y protegiendo las particularidades), promover el respeto a ser diferente, lo cual implica aprender a vivir con los demás”. (MEN, 2013, p.17). Por tal motivo se trabaja con la definición establecida por el Decreto 1421 del 2017:

La educación inclusiva es un proceso permanente que reconoce, valora y responde de manera pertinente a la diversidad de características, intereses, posibilidades y expectativas de los niñas, niños, adolescentes, jóvenes y adultos, cuyo objetivo es promover su desarrollo, aprendizaje y participación, con pares de su misma edad, en un ambiente de aprendizaje común, sin discriminación o exclusión alguna, y que garantiza, en el marco de los derechos humanos, los apoyos y los ajustes razonables requeridos en su proceso educativo, a través de prácticas, políticas y culturas que eliminan las barreras existentes en el entorno educativo. (p.5)

En congruencia con la definición anterior, los lineamientos políticos de educación superior establecidos por el MEN en 2013 mencionan la importancia de visualizar la educación inclusiva a

largo plazo y en constante desarrollo, con conforme a ello, establece seis características que dan sentido a la educación inclusiva la cuales no son definitivas, pero son fundamentales para su comprensión.

### **3.1.2 Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA)**

En ese mismo sentido, el DUA se origina en el campo de la arquitectura como diseño universal para proporcionar accesibilidad en “productos, entornos, programas y servicios que puedan utilizar todas las personas, en la mayor medida posible, sin necesidad de adaptación ni diseño especializado” (Ley 1346 de 2009) para disminuir las barreras presentadas en el entorno

El DUA resulta como posible respuesta a una educación para todos y surge en la década de 1990 por las investigaciones del *Center for Applied Special Technology* (CAST) que diseñaron un marco práctico de implementación en el aula y se organiza en tres principios, además recoge los últimos avances en neurociencia aplicada al aprendizaje, investigación educativa, tecnologías y medios digitales y en torno a ellos se configuran diferentes pautas de aplicación que los docentes pueden usar en el aula y a la hora de diseñar sus clases (Pastor, *et al.*, 2011).

Es así como este trabajo se acoge a la definición del Decreto 1421 del 2017 que describe el DUA como:

Una propuesta pedagógica que facilita un diseño curricular en el que tengan cabida todos los estudiantes, a través de objetivos, métodos, materiales, apoyos y evaluaciones formulados partiendo de sus capacidades y realidades. Permite al docente transformar el aula y la práctica pedagógica y facilita la evaluación y seguimiento a los aprendizajes. (p.5)

### **3.1.3 Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)**

Desde su origen en el año 1990 el enfoque STEM ha atravesado varias transformaciones. Algunas investigaciones ponen en evidencia que las bases de este enfoque se establecieron en un contexto anglosajón como un movimiento gubernamental, el cual buscó fortalecer la mano de obra, los productos y procesos en las disciplinas STEM (Carmona, *et al.*, 2020; Carmona, *et al.*, 2019). Hoy en día en Estados Unidos se sigue aceptando esta perspectiva, ya que según *The National Science and Technology Council* en 2018 uno de los objetivos del enfoque STEM para este país es

mejorar los resultados en las pruebas estandarizadas que miden las competencias científicas para fortalecer el campo laboral con el fin de promover la productividad y competitividad de las economías. (MEN y Parque Explora, 2021).

Con el paso del tiempo surge la propuesta de un enfoque educativo STEM la reflexión y las reformas empezaron a llevarse a los sistemas educativos formales y entre el 2008 y 2011 toma otro significado, ya que se agrega la “A” al acrónimo STEM, proponiendo la integración de las humanidades y las artes al enfoque, lo que provocó “el fortalecimiento de competencias como la creatividad, la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la autonomía, la iniciativa y la colaboración, las cuales son fundamentales para la comprensión actual del enfoque” (MEN y Parque Explora, 2021, p.8)

El enfoque educativo STEM+ es una de las múltiples opciones disponibles para fomentar la innovación en la educación, permitir la flexibilización del currículo, integrar diversas competencias y ofrecer oportunidades para crear prácticas educativas que formen ciudadanos locales y globales capaces de enfrentar situaciones nuevas o desafiantes (Colombia Aprende, 2023).

Por tal motivo este trabajo toma la definición de STEM+ dada por el MEN y Parque Explora como “un enfoque educativo que brinda oportunidades para que los estudiantes vivan experiencias de aprendizaje activo, integren diversas áreas de conocimiento, desarrollen competencias para la vida, y se conecten con las dinámicas y desafíos del contexto” (MEN y Parque Explora, 2021, p.19). El STEM+ consta con seis principios orientadores: Integrador, incluyente, colaborativo, contextual, activo y expandido, fundamentales para el reconocimiento de este enfoque educativo y se lleva al aula con metodologías activas para potenciar las competencias del siglo XXI en Colombia. (MEN y Parque Explora, 2021)

### ***3.1.4 Metodologías activas***

A través del tiempo se ha visto como la educación ha venido evolucionando y ha ido transformando aquellos ideales que la rodean. Antes se consideraba que el agente principal de la educación era el maestro y el estudiante tomaba un papel pasivo en su propia formación, lo que, según Regalado-Méndez y sus colaboradores (2014), hacía que los estudiantes no entendieran los conceptos fundamentales, ni supieran aplicarlos para resolver problemas, ni diseñar nuevos

productos, es por esto que en contraposición de este tipo de enseñanza tradicional, aparecen las metodologías activas, que permiten al estudiante asumir un rol protagónico en su proceso de aprendizaje y ubican al estudiante en el centro del proceso educativo (Giraldo Macías, 2019). Con lo anterior se puede evidenciar la importancia de dichas metodologías en el aprendizaje de los estudiantes y se definen como:

Un conjunto de estrategias, técnicas y métodos que provienen de un modelo educativo innovador que se centra en el aprendizaje activo y situado del estudiante, que fomenta el trabajo en equipo, el espíritu crítico, la resolución de problemas y la creación de proyectos pertinentes en la vida real. (MEN y Parque Explora, 2021, p.13)

En pocas palabras son un conjunto amplio de estrategias centradas en el estudiante y que potencian las competencias del siglo XXI. Algunas de las más comunes son: aprendizaje basado en problemas o proyectos, aprendizaje basado en retos, investigación escolar, *design thinking* y gamificación. Sin embargo, existen más de 40 tipologías diferentes.

### ***3.1.5 Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy)***

El ABPy tiene sus raíces en el constructivismo, ya que este busca que el aprendizaje sea el resultado de construcciones mentales donde se aprende construyendo nuevas ideas o conceptos, basándose en conocimientos actuales y previos. Gracias a los trabajos de psicólogos y educadores, como Lev Vygotsky, Jerome Bruner, Jean Piaget y John Dewey; este enfoque constructivista evoluciona y logra que fuese una de las bases para desarrollar esta metodología activa. (Karlin y Vianni, 2001).

Hoy en día, los avances tecnológicos y la puesta en práctica de esta metodología dentro del aula han permitido conocer con más detalle lo que implica realizar un proyecto en una institución educativa, aplicable al contexto y al mundo real, (Patton, 2012). Por tanto, el APBy es una herramienta fundamental para el desarrollo de competencias tales como: la creatividad, resolución de problemas, habilidad de investigar, trabajar de forma colaborativa, motivación y uso de redes sociales; competencias con alta demanda que deben potenciarse en los sistemas educativos del Siglo XXI, (Giraldo Macías, 2019).

Por otro lado, se define en esta investigación el ABPy como: “un método de enseñanza en el que los estudiantes adquieren conocimientos y habilidades trabajando durante un período prolongado de tiempo para investigar y responder a una pregunta, problema o desafío auténtico, atractivo y complejo” (*Buck Institute for Education*, 2003, párr.3). También se define de una manera más informal como: “un método de enseñanza en el que los estudiantes aprenden activamente participando en proyectos del mundo real y personalmente significativos” (*Buck Institute for Education*, 2003, párr. *What is PBL?*)

### **3.1.6 Competencias**

En el contexto educativo y profesional, el desarrollo de competencias ha adquirido una relevancia crucial. Estas no solo representan la capacidad de aplicar conocimientos en situaciones concretas, sino que también reflejan la integración de habilidades, actitudes y valores que permiten a las personas enfrentar los desafíos del entorno con eficacia. (Barrios Poloche y Lozano Valdés, 2018)

En educación superior, en el Acuerdo 02 de 2020 del Consejo Nacional de Educación Superior (CESU) se definen las competencias como:

Conjuntos articulados de conocimientos, capacidades, habilidades, disposiciones, actitudes y aptitudes que hacen posible comprender y analizar problemas o situaciones y actuar coherente y eficazmente, individual o colectivamente, en determinados contextos. Son susceptibles de ser evaluadas mediante resultados de aprendizaje y se pueden materializar en la capacidad demostrada para utilizar conocimientos, destrezas y habilidades personales, sociales, profesionales y metodológicas en situaciones de trabajo o estudio y en el desarrollo profesional y personal. (p.8)

### **3.1.7 Estándares Básicos de Competencia**

Son criterios claros y públicos que permiten establecer los niveles básicos de calidad de la educación que buscan garantizar que todos los estudiantes, sin importar su contexto, desarrollen las capacidades necesarias para actuar de manera autónoma, crítica y creativa en distintos escenarios. (MEN, 2004)

Es por eso, que es importante conocer y tener claro la definición de competencia que, según los Estándares Básicos de Competencia (2006) Es un saber hacer flexible que puede actualizarse en distintos contextos, es decir, como la capacidad de usar los conocimientos en situaciones distintas de aquellas en las que se aprendieron. Implica la comprensión del sentido de cada actividad y sus implicaciones éticas, sociales, económicas y políticas.

Se hace entonces interesante mencionar que las competencias no pueden separarse por completo de los contenidos temáticos de un área de conocimiento, ya que cada competencia necesita de conocimientos, habilidades, destrezas, comprensiones, actitudes y disposiciones específicas para desarrollarse y dominarse. Sin estos elementos, no es posible evaluar si una persona es verdaderamente competente en un campo determinado (MEN, 2004).

### ***3.1.8 Competencia científica***

Las competencias son esenciales para comprender fenómenos naturales, tomar decisiones informadas y participar activamente en la resolución de problemas que afectan la sociedad y el entorno. Ahora bien, Según Chona y sus colaboradores (2006) la competencia científica es la capacidad de un sujeto, expresada en desempeños observables y evaluables que evidencia formas sistemáticas de razonar y explicar el mundo natural y social, a través de la construcción de interpretaciones apoyados por los conceptos de las ciencias.

Sin embargo, en este caso, se destaca cómo dicha habilidad contribuye a enriquecer y mejorar la formación ciudadana, más allá de las prácticas científicas específicas. Dado su impacto en la vida y en la producción, las ciencias son valoradas hoy en día como bienes culturales importantes, a los que todos los ciudadanos deben tener acceso en diversas formas. (Hernández, 2005)

### ***3.1.8 Explicación de fenómenos***

Según el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES, 2020), la explicación de fenómenos se entiende como la habilidad para formular y comprender argumentos y modelos que aclaren un fenómeno, evaluando su validez en contextos científicos o ambientales. Esta competencia se manifiesta en cómo los estudiantes desarrollan sus explicaciones en la

educación científica. La escuela les permite transformar sus ideas hacia comprensiones más cercanas al conocimiento científico. Así, la capacidad de explicar promueve actitudes críticas y analíticas, facilitando la evaluación de la veracidad de argumentos. Además, se pueden ofrecer diversas representaciones conceptuales del mismo fenómeno, con diferentes niveles de complejidad.

Lo expuesto en este marco proporciona las bases conceptuales esenciales para entender la relevancia de integrar el STEM y el DUA en las prácticas educativas, especialmente en el desarrollo de la competencia de explicar fenómenos. Además, estos conceptos están respaldados por un marco legal que establece la normativa vigente, orientada hacia la mejora continua de los sistemas educativos mediante la implementación de estos dos enfoques, el cual se explicara en el siguiente apartado.

### **3.2 Marco legal**

La educación es un pilar fundamental para el desarrollo individual y social, y su regulación se encuentra enmarcada en un conjunto de normativas y políticas que garantizan su calidad y accesibilidad. El presente marco legal establece los principios y disposiciones que rigen la implementación de enfoques educativos innovadores, como el DUA.

Estas normativas buscan fomentar prácticas inclusivas y equitativas, asegurando que todos los estudiantes tengan la oportunidad de acceder a una educación de calidad.

#### ***3.2.1 Ley general de educación 115 de 1994***

Según la ley 115 de 1994, ley general de educación, en el artículo 1, donde se presenta el objeto de la ley se describe a la educación como “un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes.” (párr.1)

### **3.2.2 Decreto 1421 de 2017**

Según el Decreto 1421 de 2017 por cual se reglamenta la educación inclusiva en Colombia, en el Artículo 2.3.3.5.1.4. presenta las definiciones para la educación inclusiva con el numeral 7 y Diseño Universal para el Aprendizaje con el numeral 6 que son las siguientes:

7. Educación inclusiva: es un proceso permanente que reconoce, valora y responde de manera pertinente a la diversidad de características, intereses, posibilidades y expectativas de los niñas, niños, adolescentes, jóvenes y adultos, cuyo objetivo es promover su desarrollo, aprendizaje y participación, con pares de su misma edad, en un ambiente de aprendizaje común, sin discriminación o exclusión alguna, y que garantiza, en el marco de los derechos humanos, los apoyos y los ajustes razonables requeridos en su proceso educativo, a través de prácticas, políticas y culturas que eliminan las barreras existentes en el entorno educativo. (párr. 40)

6. Diseño Universal del Aprendizaje (DUA): diseño de productos, entornos, programas y servicios que puedan utilizar todas las personas, en la mayor medida posible, sin necesidad de adaptación ni diseño especializado. En educación, comprende los entornos, programas, currículos y servicios educativos diseñados para hacer accesibles y significativas las experiencias de aprendizaje para todos los estudiantes a partir de reconocer y valorar la individualidad. Se trata de una propuesta pedagógica que facilita un diseño curricular en el que tengan cabida todos los estudiantes, a través de objetivos, métodos, materiales, apoyos y evaluaciones formulados partiendo de sus capacidades y realidades. Permite al docente transformar el aula y la práctica pedagógica y facilita la evaluación y seguimiento a los aprendizajes. (párr. 42)

### **3.2.3 Acuerdo 02 de 2020 del Consejo Nacional de Educación Superior (CESU)**

En el Acuerdo 02 de 2020 del Consejo Nacional de Educación Superior (CESU) se definen las competencias como:

Conjuntos articulados de conocimientos, capacidades, habilidades, disposiciones, actitudes y aptitudes que hacen posible comprender y analizar problemas o situaciones y actuar coherente y eficazmente, individual o colectivamente, en determinados contextos. Son susceptibles de ser evaluadas mediante resultados de aprendizaje y se pueden materializar

en la capacidad demostrada para utilizar conocimientos, destrezas y habilidades personales, sociales, profesionales y metodológicas en situaciones de trabajo o estudio y en el desarrollo profesional y personal. Las competencias son inherentes al individuo y este las continúa desarrollando por medio de su ejercicio profesional y su aprendizaje a lo largo de la vida. (p.8)

### ***3.2.4 La Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación (UNESCO)***

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación UNESCO (2005) desde una normativa internacional define la educación inclusiva como:

Un proceso para responder a la diversidad de todos los estudiantes, garantizando su presencia, participación y logros; atendiendo especialmente a quienes, por diferentes razones, están excluidos o en riesgo de ser marginados, por lo que es necesario definir políticas y programas educativos, con el fin de que la educación sea para todos. (Página Web)

### ***3.2.5 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)***

Según los Objetivos de Desarrollo Sostenible para el año 2030 hay una proyección para lograr tener educación de calidad y su objetivo principal es “garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.” Para lograr lo anterior, hay unas metas específicas por cumplir: “De aquí a 2030, asegurar el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria” (Página Web) Para esta misma fecha, también se espera disminuir las disparidades en la educación y asegurar el acceso igualitario a todos los niveles de la enseñanza y la formación profesional para las personas vulnerables, incluidas las personas con discapacidad, los pueblos indígenas y los niños en situaciones de vulnerabilidad. (Página Web)

### ***3.2.6 Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF)***

Según el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) define el DUA como:  
Un marco educativo que reconoce que todos los niños, niñas y adolescentes aprenden de diversas maneras y se benefician de técnicas de aprendizaje diferenciadas en el aula. Esencialmente, el DUA se aplica a las prácticas, espacios y materiales educativos, buscando adaptarse a las diferencias y estilos de aprendizaje individuales en entornos escolares flexibles. Este enfoque se adapta especialmente a los niños, niñas y adolescentes con diferentes tipos de discapacidades y facilitan su inclusión en el aula. (Página Web)

## **4 Diseño metodológico**

En este apartado se estableció el camino a seguir para abordar el problema planteado y alcanzar los objetivos establecidos. Se describe de manera detallada el paradigma que se utilizó, los métodos de recolección de datos, así como las técnicas de análisis que permitieron interpretar los resultados obtenidos.

### **4.1 Enfoque y método de estudio**

De acuerdo con los referentes conceptuales y con los objetivos propuestos, esta investigación se posicionó en un paradigma cualitativo, ya que busca interpretar la vida de las personas, historias, comportamientos, experiencias, interacciones, acciones, sentidos y los ubica en un contexto particular de tal manera que se llegue a comprender sus procesos (Vasilachis, *et al.*, 2006). Este tipo de investigación es flexible y humanista, esto no significa que a los investigadores no les importe la precisión de sus datos, pues sigue siendo una investigación sistemática y rigurosa, pero sin estar necesariamente estandarizada (Cotán, 2016)

Adicionalmente, este estudio se enmarcó en el método estudio de casos (Stake, 2005), ya que este involucra el describir e interpretar para buscar soluciones a través de la reflexión y el análisis de un problema (Cifuentes, 2014). Este permite el trabajo colaborativo, lo cual posibilita que los participantes puedan ejercer un papel activo en esta investigación.

Además, en este método de investigación se identificó la competencia explicación de fenómenos en el área de las Ciencias Naturales, en donde los estudiantes en diferentes contextos la desarrollan a partir de un desempeño específico frente a diferentes niveles de pensamiento en donde los estudiantes realizaron actividades concretas mediante la articulación de sus propias capacidades y valores para la resolución de problemas de la vida cotidiana.

Si bien los propósitos en la educación mediante competencias han sido controversiales porque generan confusión y críticas por falta de comprensión (Frade Rubio, 2009), este estudio se consideró importante de ser analizado mediante un estudio de casos, ya que se centró en comprender un fenómeno dentro de su contexto natural, con énfasis en la comprensión holística y detallada de un grupo de estudiantes en diferentes contextos y con diversidad de capacidades de educación primaria y educación superior, en donde se contrastan la complejidad de dicha

competencia en diferentes niveles educativos. Lo anterior, permitió destacar la riqueza de cada una de las perspectivas en el que se desarrolló el caso (Stake, 1995).

## **4.2 Construcción del caso**

Considerando lo anterior y basados en el método de estudio de casos propuesto por Stake (2005) este estudio se consideró importante de ser analizado mediante un estudio de casos de tipo intrínseco ya que este busca el detalle de la interacción con los contextos, generando un interés sobre ese caso particular, por esta razón, es relevante comenzar a construir un caso a partir de la reflexión sobre la necesidad de la adquisición de conocimientos, para ser transmitidos y aplicados en diferentes contextos y niveles de complejidad desde un saber y saber hacer flexible, es decir, tener la capacidad de usar los conocimientos en situaciones distintas de aquellas en las que se aprendieron. (Rendón, *et al.*, 2021; MEN, 2006).

## **4.3 Contexto, participantes y criterios de selección de la investigación**

La investigación se desarrolló en dos contextos: Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur (FLHB) y Licenciatura en Ciencias Naturales (LCN) de la Universidad de Antioquia, donde se describirán los detalles y cualidades de cada uno de ellos susceptibles de investigarse.

### ***4.3.1 Contexto de educación básica primaria***

La Institución Educativa FLHB se encuentra en el área nororiental de Medellín, específicamente en el barrio Aranjuez, atendiendo a una población estudiantil proveniente de los estratos uno, dos y tres de la comuna cuatro del Distrito de Medellín. Actualmente, esta institución, que es de carácter mixto, ofrece niveles educativos de preescolar, básica, media académica y técnica, implementando un modelo pedagógico de educación inclusiva con enfoque intercultural. En consecuencia, se ha dotado de recursos como aulas de apoyo (así denominadas por la IE), logogenia, procesos básicos y aceleración del aprendizaje.

Con relación al perfil de la población estudiantil, para el año 2019, aproximadamente el 50,2% de los estudiantes presentaban una o varias discapacidades, mientras que el 49,8% restante no tenía ninguna discapacidad. Un aspecto para destacar es la organización de los estudiantes en aulas integradas (así denominadas por la IE), salvo aquellos con discapacidad auditiva, quienes utilizan la Lengua de Señas Colombiana (LSC) como primera lengua.

La elección del grado cuarto se fundamenta en que la competencia ‘explicación de fenómenos’ que se requirió analizar, se vinculó con los Estándares Básicos de Competencias (EBC) del MEN para dicho nivel educativo. A pesar de la carencia de un espacio científico específico, la institución cuenta con los elementos básicos necesarios para desarrollar actividades en el área de ciencias naturales, tal como se describe en el Plan de Área de la I.E FLHB del 2019.

#### ***4.3.2 Contexto de educación superior***

La intervención también se llevó a cabo en la Universidad de Antioquia (UdeA), una institución pública de educación superior en Colombia, que está vinculada al MEN y al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, cuyo campus principal está ubicado en Medellín y cuenta con extensiones en varios municipios de diferentes regiones. Al igual que la FLHB, esta institución tiene, en su mayoría estudiantes de estratos uno, dos y tres, por lo cual el Proyecto Educativo Institucional (PEI) se orienta hacia una gestión docente adaptada a las necesidades de los estudiantes promoviendo estrategias de acompañamiento para una educación inclusiva en todos sus campus.

Se seleccionó el curso de Sistemas Químicos V de la LCN por su diversidad y su enfoque en el pensamiento crítico, innovador, reflexivo y en la capacidad de análisis de los estudiantes. Lo anterior, implica que desde la Licenciatura se debe brindar a los estudiantes oportunidades de reflexión sobre procesos y fenómenos naturales y la manera de entenderlos a través de los métodos de investigación científica (Universidad de Antioquia, 2023).

#### ***4.3.3 Acercamiento y caracterización de la población.***

En consideración con el objetivo de esta investigación se propuso implementar el ABPy para responder a la pregunta de investigación ¿De qué manera incide esta metodología activa en el desarrollo de la competencia explicación de fenómenos en estudiantes de básica primaria y

educación superior? Para ello, fue importante describir la adquisición de esta competencia en cada uno de los contextos y niveles de complejidad que se describieron en el apartado anterior.

Por lo tanto, se efectuó un acercamiento a los participantes con el fin de comprender las particularidades de cada contexto y, de esta manera, tener una comprensión más completa de las características y de los intereses de la población involucrada para analizar si los estudiantes atenían avances en la competencia de explicación de fenómenos. Para ello, se empleó una encuesta de caracterización que proporcionó información detallada a nivel individual, socioeconómico, institucional y académico (Anexo 1) Para los estudiantes del contexto educación básica primaria una parte de la caracterización se realizó mediante documentos institucionales. La Tabla 3 muestra las particularidades de los participantes de la investigación.

**Tabla 3**

*Caracterización de los participantes de los contextos básica primaria (Grado cuarto C de la I.E FLHB) y educación superior (Curso Sistemas Químicos V de la LCN de la UdeA)*

		Curso SQV	Grado cuarto C
Rango de edades		19-32	9-11
Sexo	Hombre	40%	50%
	Mujer	60%	50%
Estudiantes extranjeros/ Grupos étnicos		0/0	4,5%/0
Trabajo actualmente		100%	
Modalidad del trabajo	Medio tiempo	30%	N/A
	Por horas	30%	
	Tiempo completo	30%	
	No contesta	10%	
Diagnóstico clínico	No	80%	90,1%
	Si	20%	9,9%
Rango nivel académico		5°-10°	4°
Interés por las ciencias naturales	Mucho	80%	100%
	Regular	20%	0

La Tabla 3 muestra que la diversidad de los grupos es evidente, lo cual resultó relevante para establecer prácticas educativas inclusivas, con el fin de descubrir las diversas perspectivas de los participantes y analizar el desarrollo de la competencia en la explicación de fenómenos, objetivo fundamental de esta investigación.

#### **4.3.4 Criterios de selección**

Para garantizar la validez de los resultados obtenidos en la investigación, se establecieron criterios de selección para las dos poblaciones participantes en este estudio. Estos criterios incluyeron lo siguiente:

- Estar matriculados en uno de los dos contextos estudiados, ya sea en el grado cuarto C de la I.E. FLHB o en el curso de Sistemas Químicos V de la LCN para el semestre 2024-1.
- Los estudiantes debían haber asistido al menos al 80% de las sesiones del proyecto y permanecer matriculados en sus respectivos grados o cursos seleccionados durante un período de 6 semanas, que fue la duración del estudio.
- El curso seleccionado en el contexto de educación superior debía alinearse con los EBC del grado cuarto, para asegurar la coherencia curricular.
- Los estudiantes firmaron el consentimiento y asentimiento informado y decidieron participar de forma voluntaria.

Estos criterios de selección aseguraron la idoneidad y fiabilidad de los resultados obtenidos.

#### **4.3.5 Instrumentos para la recolección de datos**

El proceso cualitativo no sigue una secuencia lineal, más bien sus etapas representan acciones dirigidas a cumplir los objetivos de investigación y abordar las preguntas planteadas, con el fin de recolectar datos en entornos naturales y cotidianos donde se encuentran los participantes, cuyos contextos serán observados y analizados (Hernández, *et al.*, 2014).

En este caso, es el propio investigador quien recopila los datos mediante diversos métodos o técnicas teniendo en cuenta que debe ser sensible, genuino y abierto y nunca olvidar por qué está en el contexto, estableciendo prácticas inclusivas para descubrir las múltiples visiones de los participantes y tener una interacción con ellos (Hernández, *et al.*, 2014).

En esta investigación en particular, se emplearon las siguientes técnicas e instrumentos:

*Observación participante.* Para Hernández y sus colaboradores (2014) la observación investigativa es una de las principales herramientas y se debe estar preparados, ya que no solo se limita al sentido de la vista, sino que también incorpora los demás sentidos. En ese orden de ideas, permite una vinculación con la población para participar de las experiencias que permitan la

comprensión y explicación de ellas. Como ya se mencionó anteriormente, el investigador tuvo un papel activo en el proceso y, en esta investigación participó en la mayoría de las actividades utilizando herramientas de apoyo tales como fotografía y videos, que facilitaron su rol sin perder de vista la objetividad.

*Encuesta.* Esta técnica implica la aplicación de un método estructurado para recopilar información de un grupo o población (Blanco, 2017). Para esta investigación, se utilizó un instrumento básico, el cual consiste en un cuestionario que, según Hernández y sus colaboradores (2014) es un conjunto de preguntas con una o más variables, que pueden ser abiertas o cerradas dependiendo de las necesidades del investigador.

Para este caso en particular, el cuestionario fue abierto y, por lo tanto, no delimitó las respuestas de los participantes, permitió un diagnóstico al inicio para conocer conocimientos previos y también al cierre para analizar la incidencia del ABPy sobre el desarrollo de la competencia explicación de Fenómenos, teniendo en cuenta el nivel de complejidad en cada uno de los contextos descritos anteriormente (Anexo 2).

#### **4.4 Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología**

A continuación, se hace la presentación del proyecto "Lactociencia: un camino accesible hacia una educación para todos" con el fin de dar a conocer en detalle todos los atributos que ayudaron a contribuir con el desarrollo de la competencia "Explicación de fenómenos" en ambos contextos educativos.

##### ***4.4.1 Presentación del proyecto***

Este proyecto se implementó durante el primer semestre escolar del año 2024 para básica primaria y durante el semestre académico 2024-1 para los estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales. Consistió en una intensidad de dos horas durante seis semanas, estas sesiones se llevaron a cabo en la clase de Ciencias Naturales en la IEFLHB y en el curso de Sistemas Químicos V de la LCN.

El objetivo final fue la creación de un producto lácteo, acompañado de su etiqueta correspondiente. Los estudiantes, guiados por los conceptos que se emplearon en el proyecto y

provistos de una guía, trabajaron en equipos para producir el producto lácteo, presentándolo junto con una explicación detallada de los procesos utilizados, los ingredientes y materiales empleados, así como los fenómenos físicos y químicos involucrados en su elaboración. Finalmente, los estudiantes diseñaron una etiqueta mediante una representación gráfica que incluyera el nombre del producto, un logotipo y algunas características nutricionales. El logo del proyecto "Lactociencia: un camino accesible hacia una educación para todos" fue diseñado y su visión general se describe de manera detallada en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Descripción del proyecto: "Lactociencia: un camino accesible hacia una educación para todos"*

<b>Título del proyecto y logo</b>	(Ver logo al lado derecho)
	
<b>Pregunta orientadora</b>	¿De qué manera los fenómenos físicos y químicos influyen en la producción de lácteos?
<b>Nivel académico</b>	Universidad (Licenciatura en Ciencias Naturales) Básica primaria (Grado cuarto C)
<b>Tiempo de ejecución</b>	6 semanas
<b>Resumen del proyecto</b>	<p>Lactociencia: un camino accesible hacia una educación para todos es un proyecto de intervención con enfoque STEM+ que tiene como propósito principal conocer el desarrollo de la competencia explicación de fenómenos a partir de los lácteos y sus derivados en estudiantes del grado cuarto y estudiantes universitarios. Este se diseñó de acuerdo con las características esenciales del ABPy, según el Modelo Estándar de Oro propuesto por el BIE (2003). Con relación a lo anterior, este proyecto se dividió en tres etapas esenciales: lanzamiento, aplicación y cierre.</p> <p>Para cada fase se tuvo en cuenta el producto final propuesto que fue un derivado lácteo realizado por los estudiantes, además las actividades de contextualización, conceptualización, profundización y aplicación que se realizaron en orden cronológico de acuerdo a la temática del fenómeno de la producción de derivados lácteos que fueron pensadas según el STEM+. Por último, se realizó una evaluación y autoevaluación continua con el carácter actitudinal, metacognitivo y procedimental que fueron establecidos para cada sesión, también, se les presentó a los estudiantes una escalera metacognitiva que permitió la reflexión en los estudiantes sobre su propio pensamiento y aprendizaje. Estos momentos fueron planeados para desarrollar la competencia explicación de fenómenos por lo que se buscó que los estudiantes explicaran las situaciones que se presentaron en cada sesión de forma oral y escrita, de esta forma se recolectó la información necesaria para su análisis.</p>
<b>Producto grupal</b>	<p>Un derivado lácteo y su presentación creativa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuajada</li> <li>- Yogurt</li> <li>- Queso mozzarella</li> <li>- Queso tipo petit suisse</li> <li>- Mantequilla</li> <li>- Arequipe</li> </ul>

<b>Estándares Básicos de Competencia/Resultados de Aprendizaje de la LCN</b>	<b>Básica Primaria</b>	<p>Represento los diversos sistemas de órganos del ser humano y explico su función (Entorno vivo)</p> <p>Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco puntos de vista diferentes y los comparo con los míos. (...desarrollo compromisos personales y sociales)</p> <p>Establezco relaciones entre macroorganismos y salud. (Ciencia, tecnología y sociedad)</p> <p>Cumplo mi función cuando trabajo en grupo, respeto las funciones de otros y contribuyo a lograr productos comunes. (...desarrollo compromisos personales y sociales)</p> <p>Verifico la posibilidad de mezclar diversos líquidos, sólidos y gases (Entorno físico)</p> <p>Verifico que la cocción de alimentos genera cambios físicos y químicos (Ciencia, tecnología y sociedad)</p>
	<b>Licenciatura en ciencias naturales</b>	<p>Es capaz de deducir asuntos relacionados con los propósitos de la ciencia y sobre los objetos de enseñanza y de aprendizaje</p> <p>Expresa sus ideas y las construcciones que realiza utilizando diferentes estrategias comunicativas</p>
<b>Habilidades del siglo XXI</b>		<p>Resolución de problemas</p> <p>Colaboración</p> <p>Comunicación</p> <p>Apropiación de las tecnologías digitales</p> <p>Manejo de la información</p> <p>Argumentación</p>
<b>DUA</b>		<p>Resolución de problemas</p> <p>Colaboración</p> <p>Comunicación</p> <p>Apropiación de las tecnologías digitales</p> <p>Manejo de la información</p> <p>Argumentación</p> <p>Proporcionar múltiples formas de implicación, proporcionar múltiples formas de representación y proporcionar múltiples formas de acción y expresión</p>
		<p>La rúbrica de evaluación (Tabla 12)</p>
<b>Rúbrica de evaluación y autoevaluación</b>	<p>Escalera metacognitiva como autoevaluación</p>	<p>En esta investigación, se empleó en todos los encuentros para fomentar la autorreflexión estudiantil sobre su aprendizaje, estrategias y su aplicación en la vida diaria, desarrollando mayor conciencia cognitiva al seguir cada uno de los escalones propuestos (Swartz, <i>et al.</i>, 2008). En total fueron cuatro escalones y cuatro preguntas. La primera fue: '¿Qué aprendí?' y sirvió para tomar conciencia del propio pensamiento. En el segundo escalón se trató de recordar todo lo que se había hecho para que se produjera un determinado aprendizaje, y la pregunta fue: '¿Cómo lo aprendí?'. El tercer escalón permitió reflexionar sobre la utilidad de lo aprendido, orientando dicho pensamiento hacia lo que se quería aprender y hacerlo de manera consciente, y la pregunta que lo acompañó fue: '¿Para qué me sirve?'. Por último, se preguntó: '¿En qué otra ocasión lo pude usar?' Esto permitió asentar y consolidar los aprendizajes desde el pensamiento y la práctica. (Anexo 3)</p>

**4.4.1.1 Fases del ABPy.** En consideración que el proyecto se diseñó de acuerdo con las características esenciales del ABPy, se trabajó mediante unas fases que facilitaron el proceso de

aprendizaje de los estudiantes y que permitieron tener una organización para alcanzar objetivos y metas durante el proceso (Albéniz-Iturriaga y sus colaboradores, 2021). Estas fases fueron lanzamiento, aplicación y cierre.

*Lanzamiento.* En esta fase se motivó a los estudiantes a participar de su propio aprendizaje, esto se logró partiendo de las motivaciones y captando la atención hacia la participación autónoma de cada estudiante.

*Aplicación.* En esta fase se llevó a cabo la mayor parte del proyecto, en este apartado los participantes desempeñaron distintas estrategias y pusieron en marcha sus habilidades para obtener respuesta a la pregunta inicial. Con esta fase se se pudo dar paso a crear un producto final, el cual reflejó los aprendizajes adquiridos, proporcionando así la solución a la pregunta guía.

*Cierre.* En esta fase se divulgó y evaluó el producto final, con el fin de ver el impacto que tuvo este en su entorno y en el aprendizaje de los estudiantes.

**4.4.1.2 Planeación y descripción del proyecto.** La descripción del proceso de aplicación del ABPy de manera general para la Licenciatura en Ciencias Naturales y para básica primaria se resume en la Tabla 5

**Tabla 5**

*Descripción de las actividades del Proyecto "Lactociencia" por semana*

Fase	Semana	Licenciatura en ciencias naturales	Básica primaria
Lanzamiento	1	En esta sesión se inició con un bufet, donde se compartieron diferentes alimentos relacionados con la temática del proyecto y se dio espacio a una conversación sobre los lácteos con preguntas orientadoras, los estudiantes llenaron un cuestionario con el fin de identificar los conocimientos previos sobre el tema en cuestión como pretest de la adquisición de la competencia. Luego, se proyectó un video llamado "La leche: ¿veneno blanco o bebida saludable?" como introducción al tema, posteriormente se explicó el paso a paso del proyecto teniendo en cuenta las semanas a trabajar con fechas claras, evaluación, conformaron los grupos y se habló del producto final. Por último, para el cierre se realizó la escala metacognitiva.	La sesión inició con la canción Lactociencia, creada por las investigadoras (Anexo 4). Luego se abrió paso a un compartir de productos lácteos y se realizaron preguntas orientadoras para abrir un conversatorio, después se les entregó un cuestionario a los estudiantes para medir sus conocimientos previos sobre el tema de los lácteos. Luego, se proyectó el video "Leche: ¿veneno blanco o bebida saludable?" Para analizar ciertas concepciones de la leche y algunas características principales de esta. Por otra parte, en esta sección se les explico a los estudiantes en qué consistía el proyecto, se les mostro el cronograma con las semanas de aplicación, y se conformaron los equipos de trabajo. Finalmente, se les hizo a tres estudiantes la escala metacognitiva, presentada en forma de programa de televisión.

	<p>Se inició con una presentación sobre qué es la leche y qué un producto lácteo, después a cada estudiante se le entregó una hoja con un producto lácteo o producto que contenía algún lácteo, para ubicarlo en un recuadro según su conocimiento, luego, se hizo un conversatorio sobre el tema para aclarar las diferencias.</p> <p>Posteriormente, se presentó una historia interactiva llamada “la lactoaventura de Pacheco” donde se abordaron los componentes de la leche y los fenómenos físicos y químicos que se observan en el proceso, allí los estudiantes tomaban decisiones frente a la continuidad de la historia para involucrarlos en el proceso. En relación con lo anterior se plantearon situaciones acompañadas de preguntas relacionadas con lo visto en la historia y por último se realizó la escala metacognitiva.</p>	<p>En esta sesión se inició con una presentación sobre qué es la leche y qué un producto lácteo, después se les entregó una hoja por parejas con un producto lácteo o producto que contenía algún lácteo, se dividió el tablero en las dos categorías y los niños debían colocar la imagen en la categoría que ellos consideraban que era la acertada.</p> <p>Después se dio paso a la historia interactiva llamado: “La lactoaventura de Pacheco” (Anexo 5), donde se abordaron los componentes de la leche y los fenómenos físicos y químicos que se observan en el proceso, allí los estudiantes tomaban decisiones frente a la continuidad de la historia para involucrarlos en el proceso. En relación con lo anterior se plantearon situaciones acompañadas de preguntas relacionadas con lo visto en la historia y por último se presentó la escala metacognitiva, mediante el programa televisivo.</p>
<p><b>Aplicación</b></p>	<p>Se inició con una actividad por los grupos de trabajo que consistía en la construcción de modelos con plastilina del sistema digestivo explicando cada una de las partes con su respectiva función, luego se hizo una socialización de los construido</p> <p>Lo anterior dio paso a profundizar sobre el proceso de la glucólisis, por medio de un juego de roles, donde cada estudiante tenía un papel en el proceso y según la narrativa iban saliendo a cumplir su rol, luego con ayuda del profesor se hizo un resumen del proceso y la sesión terminó con la escala metacognitiva.</p>	<p>Se inició con un experimento en donde se explicó el sistema digestivo, esto acompañado de una ilustración, luego se hicieron por grupos para realizar un modelo en plastilina de una de las partes del sistema digestivo, a cada integrante del grupo se le dio un rol para cumplir en esta actividad. Cada grupo expuso y explicó la parte del sistema digestivo que escogió con su respectiva función. Por último, se cierra la sección con la escala metacognitiva, mediante el programa televisivo.</p>
	<p>La sesión inició con un recuento de las actividades realizadas en los encuentros anteriores, por medio de unos papeles donde cada participante describe lo que recuerde de cada sesión, luego, se habló del tema de la obtención de energía y se dio paso al proceso de fermentación (láctica y alcohólica) y los estudiantes por grupos, realizaron una presentación de manera didáctica donde relacionaron la fermentación con la obtención de energía en otros organismos. Con lo anterior, se realizó un experimento sobre el tema y llenaron un informe de laboratorio y la sesión terminó con la escala metacognitiva.</p>	<p>Se inició con un recuento de la sesión pasada sobre el aparato digestivo. Luego, se observó un video sobre los microorganismos y su relación con la salud, se realizó un conversatorio sobre el tema y se hizo un juego competitivo de preguntas.</p> <p>Posteriormente, se realizó un experimento llamado “¿Quién está inflando el globo?” y los estudiantes llenaron el informe de laboratorio propuesto. Por último, se cierra la sesión con la escala metacognitiva, mediante el programa televisivo.</p>
<p><b>Cierre del proyecto</b></p>	<p>La sesión inició con un conversatorio sobre las pautas a seguir para el proyecto final donde se tuvo en cuenta la opinión de los participantes, también se presentaron ideas para las presentaciones del cierre (Semana 6). Luego, se dio un espacio para hacer la creación creativa del producto lácteo elegido. Por último, la sesión terminó con la escala metacognitiva.</p>	<p>La sesión inició con un conversatorio sobre las pautas a seguir para el proyecto final donde se tuvo en cuenta la opinión de los participantes, también se presentaron ideas para las presentaciones del cierre (Semana 6). Luego, se dio un espacio para hacer la creación creativa del producto lácteo elegido. Por último, se cierra la sección con la escala metacognitiva, mediante el programa televisivo.</p>

- 
- 6 Para el cierre del proyecto se reunieron las dos poblaciones, se inició con la canción lactociencia, luego se organizó cada uno de los puestos de exposición para posteriormente presentar los proyectos que los estudiantes prepararon teniendo en cuenta la rúbrica (Anexo 6). Se sacó un espacio para llenar el cuestionario y se escucharon las voces de los estudiantes frente a cómo se sintieron en el proyecto, luego se entregaron los diplomas y botones a los participantes del proyecto.
- 

#### **4.5 Consideraciones éticas**

A continuación, se abordarán a aquellos ejes éticos que fueron considerados en la construcción de esta investigación, esto con el fin de respetar la integridad y los derechos de los participantes, los autores e investigadores.

Durante el proceso investigativo se consideró y se respetó la integridad de los participantes, para ello realizó un consentimiento (Anexo 7) y un asentimiento (Anexo 8) informado, allí se les garantizó la confidencialidad y el anonimato, asegurando el bienestar físico, social y emocional de los participantes, protegiendo así sus derechos, sus sentimientos y privacidad. También es importante señalar que, en esta investigación la participación de los sujetos fue una decisión libre, voluntaria, autónoma y consciente por parte de los individuos. Se informó a los participantes cuál era el propósito y el sentido de esta investigación, también se les mencionó cómo se llevaría a cabo y la forma de divulgación.

Durante el análisis de resultados no se modificó ninguna respuesta a conveniencia ni tampoco se le indicó al participante que decir, se respetó su derecho de libre opinión en cuanto al tema investigado (Galeano, 2020).

En cuanto a la construcción del texto y el sustento teórico de los diferentes apartados de la investigación, se utilizaron citas que han sido referenciadas desde las normas APA séptima edición con el fin de dar crédito a aquellos autores que aportaron significativamente en este trabajo.

## 5 Resultados y discusión

En este apartado se presentan los resultados de la investigación, organizados de manera que respondan a las preguntas planteadas para su desarrollo. Para facilitar la comprensión de este análisis, se elaboró una matriz que relaciona el objetivo general y los específicos con las respectivas preguntas general y subsidiarias. Por lo tanto, los resultados de los dos contextos se muestran por separado, ya que brindan información importante para conocer la incidencia de la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos en estudiantes de básica primaria y educación superior (Tabla 6).

**Tabla 6**

*Matriz de correlación entre las fases de investigación y los objetivos de la investigación...*

Título	Pregunta de investigación	Objetivo	Preguntas subsidiarias	Objetivos específicos	Fases de la investigación estudio de caso
Lactociencia: Un Camino Accesible hacia la Educación Convergente entre la Escuela y la Universidad	¿De qué manera incide la aplicación del ABPy en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos en estudiantes de básica primaria y educación superior?	Analizar la incidencia de la aplicación del ABPy en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos en estudiantes de básica primaria y educación superior.	¿De qué manera se identifica la incidencia del ABPy en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos en los estudiantes de educación básica primaria y superior?	Describir la incidencia del ABPy en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos en los estudiantes de educación básica primaria y superior	Reconocimiento de la población y el contexto: Selección del caso Estructuración conceptual, a partir de preguntas temáticas o básicas de la investigación para la implementación del ABPy Aplicación del ABPy: elaboración de puentes conceptuales, considerando el acopio de la información y los esquemas para presentar las interpretaciones.
			¿Cuáles son las similitudes y diferencias que encuentran en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos entre los estudiantes de educación básica primaria y superior?	Comparar la incidencia del ABPy en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos entre los estudiantes de educación básica primaria y superior	Comparación de datos recolectados: observaciones, entrevistas, descripciones del contexto y revisión de documentos.
			¿Cuál es la convergencia en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos entre los estudiantes de educación básica primaria y de educación superior?	Interpretar la convergencia de la competencia de explicación de fenómenos entre los estudiantes de educación básica primaria y de educación superior	Análisis e interpretación de lo acopiado, estableciendo categorías, correspondencia y conclusiones

A partir de esta matriz, se describen cada uno de los hallazgos que permitieron analizar la incidencia de la aplicación del ABPy en el desarrollo de la competencia explicación de fenómenos en estudiantes de básica primaria y educación superior.

## 5.1 Descripción de la incidencia del ABPy en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos en los estudiantes de educación básica primaria y superior

### 5.1.1 Reconocimiento de la población y del contexto

La caracterización de los participantes en la investigación aportó información crucial para identificar los niveles de complejidad en el desarrollo de la competencia científica de explicación de fenómenos. Esto se hizo evidente al observar que, en la educación básica primaria, los estudiantes de cuarto grado tenían un rango de edad entre 9 y 11 años, además, un 9,1% de estudiantes reportaron contar con diagnóstico clínico y un 4.5 % se identifican dentro de un grupo étnico o como extranjeros.

Esta diversidad ratificó la importancia de realizar procesos de diseño curricular partiendo del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), como se muestra en la (Tabla 7).

**Tabla 7**  
*Planeación a partir del DUA en educación básica primaria*

Proyecto Lactociencia: un camino accesible hacia una educación para todos.				
<b>Número de sesión:</b>	2	<b>Fecha</b>	17 de abril de 2024	<b>Tiempo de la sesión:</b> 2 horas
<b>Tema</b>	La física y química de la leche			
<b>Objetivo:</b>	Comprender los fenómenos físicos y químicos que ocurren con la leche			
<b>Recursos:</b>	Cuento			
<b>Estándares</b>	Formulo preguntas a partir de una observación o experiencia y escojo algunas de ellas para buscar posibles respuestas. (...me aproximo al conocimiento como científico(a) natural) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifico condiciones que influyen en los resultados de una experiencia y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables). (...me aproximo al conocimiento como científico(a) natural)</li> <li>- Verifico la posibilidad de mezclar diversos líquidos, sólidos y gases (Entorno físico).</li> <li>- Verifico que la cocción de alimentos genera cambios físicos y químicos (Ciencia, tecnología y sociedad).</li> </ul>			
<b>Transversalidad</b>				
<b>Ciencia</b>	<b>Tecnología</b>	<b>Ingeniería</b>	<b>Matemáticas</b>	<b>Otra+</b>
x	X	x		x
<b>Metodología</b>				<b>Tiempo</b>
<b>Actividades</b>	<b>Inicio:</b> Se inicia la sección con la canción Lactociencia, luego se da paso a una actividad en donde los estudiantes diferencien un producto lácteo de un			20 min

producto hecho con lácteos, para esto a cada estudiante se le entregó una hoja con un producto lácteo o producto que contenía algún lácteo, para ubicarlo en un recuadro según su conocimiento, luego, se hizo un conversatorio sobre el tema para aclarar las diferencias.			
<b>Desarrollo:</b> se da paso al desarrollo de un cuento interactivo titulado “La Lactoaventura de Pacheco” donde se abordarán los componentes de la leche y los fenómenos físicos y químicos que se presentan al producir ciertos productos lácteos, aquí los estudiantes tomarán las decisiones frente a la continuidad de la historia para involucrarlos en el proceso. Finalmente se presenta la escala metacognitiva.		40 min	
<b>Evaluación:</b> preguntas sobre el cuento a partir de situaciones cotidianas		1 hora	
Implementación del DUA			
Principios	Proporcionar múltiples formas de implicación	Pautas	Desafío o toma de decisión
	Proporcionar múltiples formas de representación		Opciones que permitan la personalización en la presentación de la información
	Proporcionar múltiples medios de Acción y Expresión		Usar múltiples medios de comunicación

En el contexto de la educación superior, se identificó que todos los estudiantes, sin excepción, son trabajadores, ya sea por horas o tiempo completo. Además, el 20% reportó que tenía un diagnóstico clínico y la distribución de edades oscilaba entre los 19 y 32 años. En cuanto al interés por el curso de Sistemas Químicos V, el 80% seleccionaron la respuesta “mucho interés por las ciencias naturales”, mientras que el 20% presentaba un interés regular. Esta situación, permitió crear oportunidades de reflexión sobre los procesos y fenómenos naturales, así como sobre la manera de comprenderlos mediante los métodos de investigación científica (Universidad de Antioquia, 2023).

### Tabla 8.

#### Planeación a partir del DUA en educación superior

<b>Proyecto Lactociencia: un camino accesible hacia una educación para todos.</b>					
<b>Número de sesión:</b>	2	<b>Fecha</b>	17 de abril de 2024	<b>Tiempo de la sesión:</b>	2 horas
<b>Tema</b>	La física y química de la leche				
<b>Objetivo:</b>	Comprender los fenómenos físicos y químicos que ocurren con la leche				
<b>Pregunta:</b>	¿Cuáles son los fenómenos físicos y químicos que ocurren en la leche y cómo influyen en sus propiedades?				
<b>Recursos:</b>	Cuento				
<b>Transversalidad</b>					
	Ciencia	Tecnología	Ingeniería	Matemáticas	Otra+
	x	x	x		x
	<b>Metodología</b>				<b>Tiempo</b>
<b>Actividades</b>	<b>Inicio:</b> Se inicia la sección con la canción Lactociencia, luego se da paso a una actividad en donde los estudiantes diferencien un producto lácteo de un producto hecho con lácteos, para esto a cada estudiante se le entregó una				20 min

	hoja con un producto lácteo o producto que contenía algún lácteo, para ubicarlo en un recuadro según su conocimiento, luego, se hizo un conversatorio sobre el tema para aclarar las diferencias.	
	<b>Desarrollo:</b> se da paso al desarrollo de un cuento interactivo titulado "La Lactoaventura de Pacheco" donde se abordarán los componentes de la leche y los fenómenos físicos y químicos que se presentan al producir ciertos productos lácteos, aquí los estudiantes tomarán las decisiones frente a la continuidad de la historia para involucrarlos en el proceso. Finalmente se presenta la escala metacognitiva.	40 min
	<b>Evaluación:</b> preguntas sobre el cuento a partir de situaciones cotidianas	1 hora

Implementación del DUA			
Principios	Proporcionar múltiples formas de implicación	Pautas	Desafío o toma de decisión
	Proporcionar múltiples formas de representación		Opciones que permitan la personalización en la presentación de la información
	Proporcionar múltiples medios de Acción y Expresión		Usar múltiples medios de comunicación

La Tabla 7 y la Tabla 8, muestran las actividades implementadas en la sesión 2 para los dos contextos, en donde se utilizan diferentes herramientas basadas en el DUA con el fin de lograr mayor claridad en este tema en particular, al igual que cumplir con el objetivo en los diferentes contextos.

**5.1.2 Estructuración conceptual, a partir de preguntas temáticas o básicas de la investigación para la implementación del ABPy.**

La figura 1, presenta un cuestionario desarrollado como parte del "Proyecto Lactociencia", en el cual se presentan una serie de preguntas conceptuales y visuales, en el cual los estudiantes de las dos poblaciones deben identificar qué alimentos son productos lácteos, entender cómo se convierte la leche en yogurt y explicar los efectos de agregarle limón. Además, se les propone que describan los cambios que ocurren en la leche bajo diferentes situaciones de la vida cotidiana.

**Figura 1**

*Cuestionario aplicado a educación básica primaria y educación superior*



**Cuestionario**  
Proyecto Lactociencia.  
Maestras en formación Ana María Lotero, María  
Camila Sierra y Milena Giraldo



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA  
1955

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

1. De estas imágenes, ¿cuáles son productos lácteos?

  
Helado

  
Chocolatina

  
Huevo

  
Galletas

  
Pan

1.2 Según la respuesta anterior ¿cómo sabes que un producto es lácteo?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. ¿Sabes cómo se convierte la leche en yogurt? SI NO Explica

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. ¿Sabes qué pasaría con la leche si le agregas limón? SI NO explica

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. ¿Qué sucedería en cada uno de estos tres fenómenos que están en las imágenes? Pon tu respuesta detrás de la hoja.

A. 

Un vaso de leche que se deja por fuera de la nevera por 5 días

B. 

Un vaso de leche que se hierve y luego de enfriar se introduce a la nevera

C. 

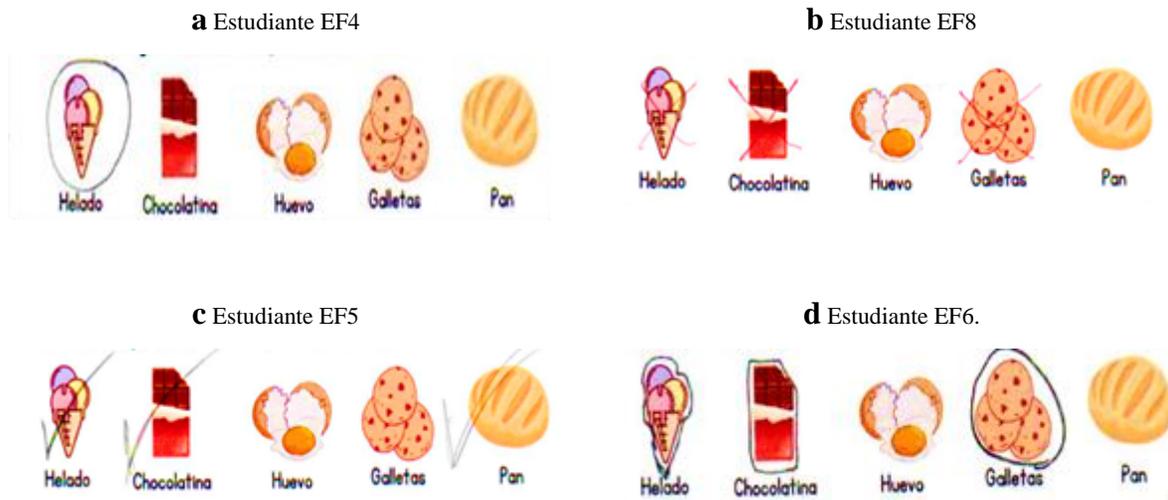
Un vaso de leche que tiene un microorganismo en específico, que está tapado, no le entra luz y tiene una temperatura estable.

*Nota. Creación propia*

**5.1.2.1 Estructuración conceptual en educación básica primaria.** Cuestionario inicial: De acuerdo con el diseño metodológico, la población seleccionada estuvo conformada por ocho estudiantes que cumplieron con los criterios establecidos para esta investigación. El cuestionario incluyó cuatro preguntas relacionadas con el concepto de los lácteos y sus derivados. Por ejemplo, la primera pregunta, "*De estas imágenes, ¿Cuáles son productos lácteos?*", buscaba que los estudiantes identificaran, a partir de varias imágenes, cuáles correspondían a productos lácteos y ofrecieran una breve explicación de su elección (Figura 2).

**Figura 2**

*Cuestionario inicial. Evidencias de las respuestas a la pregunta De estas imágenes, ¿Cuáles son productos lácteos? En educación básica primaria.*



Las categorías que se identificaron a través de palabras claves presentes en las respuestas de los estudiantes revelaron que, a partir de sus conocimientos previos no lograron diferenciar correctamente estos productos. Esto se refleja en que el 87.5% de los estudiantes marcaron el helado y demás productos presentes dentro de las opciones, mientras que el 12.5% marcaron solo el helado como producto lácteo.

Teniendo en cuenta lo anterior, para que los estudiantes justificaran su elección, se les planteó la pregunta: "*¿Cómo sabes que es un producto lácteo?*". El 62.5% de los estudiantes incluyeron la palabra "leche" en su respuesta, mientras que el 37.5% restante ofreció explicaciones basadas en otros conocimientos previos (Figura 3)

**Figura 3**

*Questionario inicial. Explicación de la selección de la imagen a partir de la pregunta, Según la respuesta anterior ¿Cómo sabes que es un producto lácteo? En educación básica primaria.*

*Explicación con palabra clave "leche"*

*Explicación a partir de otros conocimientos previos.*

**a** Estudiante EF1

leche por que hay algunas cosas que tienen  
leche

**b** Estudiante EF6

Por que estoy atendiendo mucho.

**d** Estudiante EF3

12 Según la respuesta anterior cómo sabes que un producto es lácteo?  
por que las preparan y se los comen  
o en las máquinas el proceso im. pto  
lo hacen con leche

**c** Estudiante EF8

chocolate helado por que tienen mucha leche

A partir de estos resultados, se puede concluir que los conocimientos previos de los estudiantes sobre los productos lácteos están principalmente asociados con la presencia de la "leche" como ingrediente clave. Esto sugiere que la comprensión del concepto de productos lácteos es limitada a este aspecto básico, lo que puede indicar una falta de conocimiento más amplio sobre otros derivados lácteos. El hecho de que el 37.5% de los estudiantes ofreciera explicaciones basadas en otros conocimientos previos sugiere que algunos tienen una comprensión más diversificada, pero no es generalizada en el grupo.

Estos resultados son respaldados con estudios previos en donde resaltan que existen limitaciones en el aprendizaje de conceptos relacionados en el área de grupos de alimentos y, además, pueden estar influenciados por experiencias de la vida real (De Pro Bueno, 2012). Lo anterior, puede conllevar a que los estudiantes no tengan claridad en la categorización de ciertos alimentos y en este caso, por ejemplo, la identificación del helado como producto lácteo por parte de la mayoría de los estudiantes (87.5%) evidencia una asociación simplificada entre lácteos y productos derivados de la leche sin considerar otras variables nutricionales o de procesamiento.

En ese orden de ideas, las demás preguntas que fueron diseñadas para la estructuración conceptual dan cuenta de que los conocimientos previos pueden interferir con la adquisición de nuevos conceptos si estos no son abordados adecuadamente en el proceso educativo (Pozo

Municio, 2009). La segunda pregunta realizada refuerza esta idea, ya que su objetivo era que los estudiantes incorporaran el concepto de microorganismos en la explicación del fenómeno de elaboración del yogurt, específicamente en el proceso de obtención de un producto lácteo en donde es necesario la intervención de estos seres vivos.

Para ello, se planteó la pregunta "¿Sabes cómo se convierte la leche en yogurt? Si\_ No\_ Explica" (Figura 4)

#### Figura 4

Cuestionario inicial. Evidencias de las respuestas frente a la pregunta 2 ¿Sabes cómo se convierte la leche en yogurt? En educación básica primaria.

<p><b>a</b> Estudiante EF5</p> <p>2. ¿Sabes cómo se convierte la leche en yogurt? <del>SI</del> NO Explica</p> <p>ase una PYOSOSO con una bacterias</p>	<p><b>b</b> Estudiante EF1</p> <p>2. ¿Sabes cómo se convierte la leche en yogurt? SI NO Explica</p> <p>eso que primero la leche le dan sabor y le dan los últimos toques</p>
<p><b>c</b> Estudiante EF2</p> <p>2. ¿Sabes cómo se convierte la leche en yogurt? SI NO Explica</p> <p>la leche se convierte en yogurt de tanta azúcar y de un buen cultivo se convierte en yogurt</p>	<p><b>d</b> Estudiante EF6</p> <p>2. ¿Sabes cómo se convierte la leche en yogurt? SI NO Explica</p> <p>no se por que nada lo e hecho</p>

Como se puede observar las palabras clave sobre el fenómeno de producción de yogurt que fueron identificadas en las respuestas de los estudiantes revelaron que, a partir de sus conocimientos previos había una percepción muy variada para explicar ese proceso. Esto se refleja en que el 62.5% de los estudiantes explicaron cómo creían que se hacía el yogurt; el 25% respondió que no sabía y el 12.5% dio una respuesta en la que mencionó que en el proceso intervenían microorganismos y bacterias para crear el yogurt.

Estos resultados demuestran que el 87.5% de los estudiantes de educación básica primaria no reconocen el papel de los microorganismos en la producción del yogurt. Además, no identifican los procesos físicos y químicos que se dan en la preparación de este producto lácteo y que son llevados a cabo por los microorganismos.

No obstante, la explicación proporcionada por EF5 reflejó su confianza y habilidad para abordar el fenómeno, lo cual se evidencia tanto en su elección de "sí" en la respuesta, como en la inclusión del concepto de microorganismos. Se observa que su conocimiento sobre la producción de productos lácteos está influenciado por su vida cotidiana, lo que facilitó la interpretación, identificación y comprensión del proceso.

Los resultados anteriores, refuerzan la idea de Ruiz Perilla y Pérez Saldaña (2012) quienes proponen que el aprendizaje vivencial, es decir, aprender a través de la experiencia directa, facilita la observación reflexiva, la conceptualización abstracta y la experimentación activa. Asimismo, la idea de Toledo y Sánchez (2018) de que la educación debe estar vinculada a experiencias prácticas y reales para generar un aprendizaje significativo, lo que justifica en este contexto, el uso del Aprendizaje Basado en Proyectos como una metodología activa adecuada para alcanzar este objetivo.

Otro aspecto que se tuvo en cuenta en el análisis de la incidencia del ABPy para el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos en los estudiantes de educación básica primaria fue la identificación de los procesos físicos que ocurren cuando se agrega un componente ácido en la leche y por ello, se realizó la pregunta: “¿Sabes qué pasaría con la leche si le agregas limón?” (Figura 5)

### Figura 5

Questionario inicial. Evidencias de las respuestas frente a la pregunta 3 ¿Sabes qué pasaría con la leche si le agregas limón? En educación básica primaria.

<p><b>A</b> Estudiante EF7</p> <p>3. ¿Sabes qué pasaría con la leche si le agregas limón? SI NO explica</p> <p>Si se echa limón a la leche sabría amargo y muy mal </p>	<p><b>b</b> Estudiante EF6</p> <p>3. ¿Sabes qué pasaría con la leche si le agregas limón? SI NO explica</p> <p>No lo se</p>
<p><b>c</b> Estudiante EF5</p> <p>3. ¿Sabes qué pasaría con la leche si le agregas limón? <del>SI</del> NO explica</p> <p>"se vinagrosa"</p>	<p><b>d</b> Estudiante EF2</p> <p>3. ¿Sabes qué pasaría con la leche si le agregas limón? SI NO explica</p> <p>sabría a ácido y además sabría a el sabor de la leche.</p>

Estos resultados muestran que solo el 37.5% de los estudiantes sabe lo que ocurre cuando se le agrega limón a la leche. De este grupo, el 25% justifica su respuesta afirmando que la leche se volvería ácida, mientras que el 12.5% menciona que la leche se cortarían o se vinagraría.

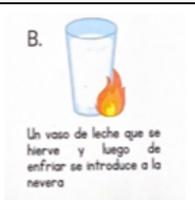
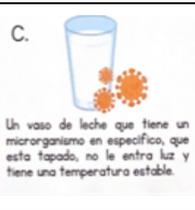
Por otro lado, el 62.5% no respondió a esta pregunta, pero dieron una explicación del fenómeno. De este grupo, el 25% de los estudiantes afirmaron que la leche se volvería ácida, el 12.5% que sabría amarga y el otro 25% respondió no saber qué sucedería. Además, se logró identificar que el 62.5 % de la población relacionó su respuesta con el sentido del gusto, aludiendo que la leche adquiriría un sabor desagradable o ácido.

Con estas evidencias se puede identificar que los estudiantes de básica primaria basan su conocimiento en experiencias, es decir, que justifican sus respuestas a través de lo que han percibido con sus sentidos, lo cual indica que tratan de relacionar la situación planteada con vivencias o conceptos previos, tal como lo menciona Dinarte (2011) quien enfatiza en su trabajo, que la investigación científica comienza con la recopilación de datos a través de nuestros sentidos, lo cual permite valorar la experiencia y los conocimientos previos, empleando diversas formas del saber, obteniendo nuevas perspectivas para explorar temas, contenidos y preguntas.

Por último, en la cuarta pregunta “*¿Qué sucedería en cada uno de estos tres fenómenos que están en las imágenes?*” se presentaron tres situaciones distintas con el objetivo de que los estudiantes de educación básica primaria explicaran, a partir de diferentes casos, cómo las variaciones en las condiciones de la leche pueden afectar su estado y se buscaba que describieran cada uno de estos fenómenos. Las respuestas mostraron categorías emergentes que revelaron su apropiación para argumentar lo sucedido frente a factores externos como microorganismos y variaciones en la temperatura (Tabla 9).

**Tabla 9**

*Cuestionario inicial educación básica primaria. Categorías emergentes a partir de 3 situaciones planteadas.*

		Situaciones experimentales		
		A	B	C
				
Categorías emergentes en las respuestas	Ejemplo de respuestas/palabras clave	Número de repeticiones de cada palabra clave/categoría		
Bacterias	EF3: No tendría tantas <b>bacterias</b> y estaría con una temperatura consumible	1		2
Descomposición de la leche	EF1: Creo que se <b>descompone</b> por no dejarlo <b>enfriar</b> por afuera	1	1	
Derivados lácteos	EF6: Creo que <b>queso</b>		1	

Las categorías encontradas en las respuestas de las tres situaciones planteadas evidenciaron que los estudiantes trataron de deducir cada uno de los fenómenos y concluyeron que la leche se dañaría por la presencia de microorganismos o que tendría algún cambio físico y/o químico. Estos resultados muestran que los estudiantes son capaces de identificar que los factores del entorno pueden generar cambios en la leche, lo cual indica que hacen “inferencia no deductiva, del que se obtienen hipótesis o conjeturas más o menos probables” (Díez, 2013).

Lo anterior, nuevamente resalta la importancia de las ideas previas, ya que la interpretación a partir de esta nueva información puede generar una organización cognitiva en el aprendizaje (Rodríguez Palmero, 2011).

**5.1.2.2 Estructuración conceptual en educación superior.** Cuestionario inicial educación superior: En este apartado se mostrarán los resultados obtenidos de la estructuración conceptual sobre los productos lácteos y sus derivados, pero esta vez en educación superior. En el

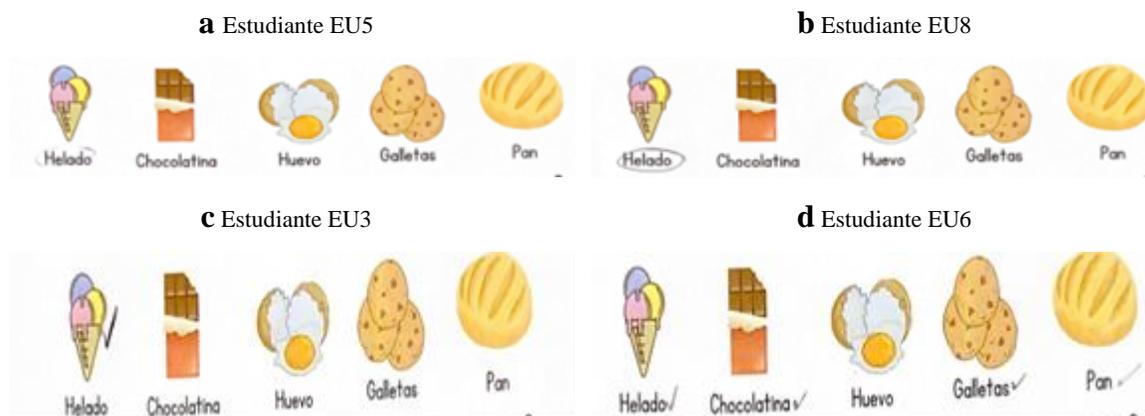
reconocimiento de la población se pudo identificar que la mayoría de los estudiantes (ocho) cumplieron con los criterios establecidos para esta investigación.

El cuestionario en educación superior fue exactamente el mismo que se empleó en educación básica primaria, ya que se pretendía abordar la misma temática, pero con diferentes niveles de complejidad. Las respuestas obtenidas, tanto en este contexto como en el anterior, brindaron información importante para poder saber la forma de cómo aplicar el ABPy y posteriormente, analizar su incidencia en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos.

De manera similar al contexto anterior, se invitó a los estudiantes a identificar productos lácteos y ofrecer una breve explicación de su elección. La pregunta orientadora fue "*De estas imágenes ¿Cuáles son productos lácteos?*" (Figura 6)

### Figura 6

*Evidencias de las respuestas a la pregunta según la respuesta anterior ¿Cuáles son productos lácteos? En educación superior*



A partir de lo anterior, se identificaron dos categorías principales de acuerdo con las palabras clave en las respuestas de los estudiantes, basadas en sus conocimientos previos. El primer grupo, que representa el 62.5%, diferenció correctamente los productos lácteos, seleccionando únicamente la palabra "helado". El segundo grupo, que constituye el 37.5%, incluyó tanto el helado como otros productos ofrecidos en las opciones, lo que indica una comprensión menos precisa de qué constituye un producto lácteo. Estos resultados reflejan diferencias en el grado de conceptualización y conocimiento previo entre los estudiantes.

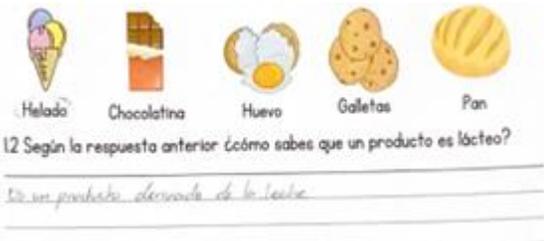
Lo anterior sugiere que, si bien un alto porcentaje de los estudiantes (Figura 6) son capaces de identificar productos lácteos a partir de sus conocimientos previos, existe una falta de claridad en algunos casos sobre qué alimentos pertenecen a esta categoría. El hecho de que un grupo de estudiantes incluyera productos no lácteos como la chocolatina, el pan y las galletas (Figura 6) revela posibles confusiones o una comprensión superficial del concepto de "producto lácteo" tal como señala Rodríguez Palmero (2011) en la teoría del aprendizaje significativo, que enfatiza la importancia de conectar el nuevo conocimiento con estructuras previas bien organizadas.

Los argumentos que los estudiantes brindaron para justificar la pregunta "¿Cómo sabes que es un producto lácteo?" potencializan la idea anterior ya que, aunque la mayoría de los estudiantes tienen una comprensión básica de lo que son los productos lácteos, la respuesta de algunos de ellos y que se ejemplifica en EU6 indica que aún persisten confusiones en la categorización y en los detalles más específicos del concepto (Figura 7).

### Figura 7

Explicación de la selección de la imagen a partir de la pregunta ¿Cómo sabes que es un producto lácteo? En educación superior.

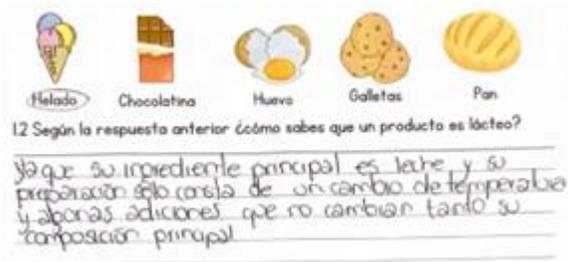
**a** Estudiante EU5



Según la respuesta anterior ¿cómo sabes que un producto es lácteo?

Es un producto derivado de la leche

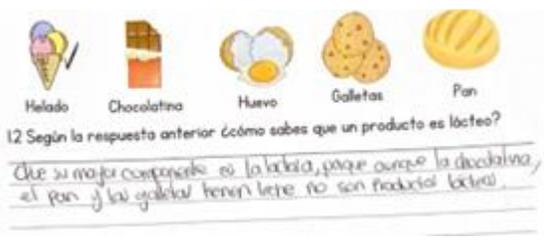
**b** Estudiante EU8



Según la respuesta anterior ¿cómo sabes que un producto es lácteo?

Ya que su ingrediente principal es leche y su preparación solo consta de un cambio de temperatura y algunas adiciones que no cambian tanto su composición principal

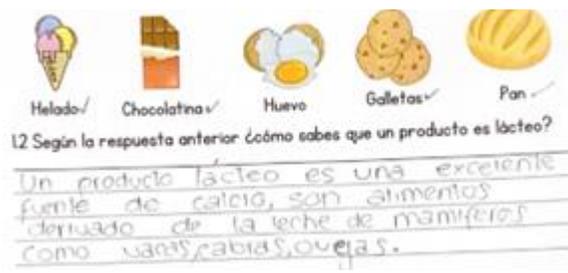
**c** Estudiante EU3



Según la respuesta anterior ¿cómo sabes que un producto es lácteo?

Que su mayor componente es la lactosa, porque aunque la chocolatina, el pan y las galletas tienen leche no son productos lácteos

**d** Estudiante EU6



Según la respuesta anterior ¿cómo sabes que un producto es lácteo?

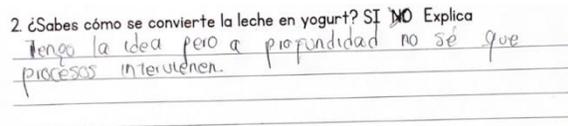
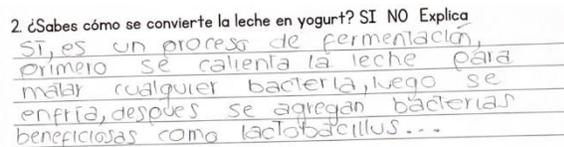
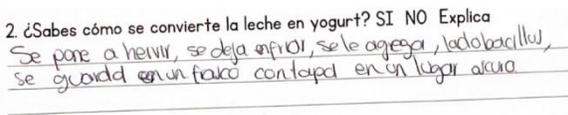
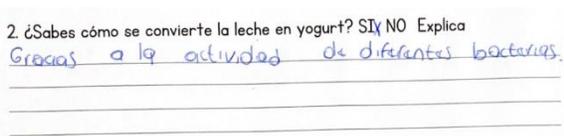
Un producto lácteo es una excelente fuente de calcio, son alimentos derivados de la leche de mamíferos como vacas, cabras, ovejas.

Estos resultados destacan la necesidad de reforzar la enseñanza de conceptos importantes para garantizar una comprensión más precisa (Matienzo, 2020) y, además, una enseñanza que promueva una distinción clara y mayor comprensión de los términos podría mejorar la competencia conceptual de los estudiantes en esta área (Pontes Pedrajas, 2021).

A continuación, con el objetivo de profundizar no solo en la conceptualización de los derivados lácteos, sino también en la capacidad de los estudiantes para explicar los procesos físicos y químicos involucrados, teniendo en cuenta sus conocimientos previos, se les planteó una segunda pregunta: "*¿Sabes cómo se convierte la leche en yogur? Sí\_No\_Explica*" (Figura 8).

### Figura 8

*Evidencias de las respuestas en educación superior frente a la pregunta "¿Sabes cómo se convierte la leche en yogur? Sí\_No\_Explica".*

<p><b>a</b> Estudiante EU7</p> 	<p><b>b</b> Estudiante EU6</p> 
<p><b>c</b> Estudiante EU3</p> 	<p><b>d</b> Estudiante EU2</p> 

Las palabras clave identificadas en las respuestas de los estudiantes mostraron una comprensión clara del proceso basado en sus conocimientos previos. El 87.5% mencionó términos como “microorganismos” y “bacterias,” infiriendo correctamente su papel en la producción del yogurt, mientras que el 12.5% indicó no tener un conocimiento profundo sobre el proceso.

Con relación a los resultados obtenidos, se puede inferir que los conocimientos previos de los estudiantes están vinculados a conceptos, lo que sugiere que tienen una noción básica de este proceso al mencionar en sus respuestas la palabra “microorganismos”. Sin embargo, aunque se muestra esta claridad en el proceso, no profundizan en su explicación. Las respuestas reflejan una

variabilidad en la comprensión de los fenómenos involucrados en la transformación de la leche en yogurt, desde un conocimiento superficial hasta una comprensión más detallada.

Los resultados, junto con la tercera pregunta "¿Sabes qué pasaría con la leche si le agregas limón?", destacan la importancia de conectar los conocimientos previos de los estudiantes con explicaciones científicas formales para mejorar su comprensión (Pontes Pedrajas, 2021). El 87.5% de los estudiantes respondió correctamente que la leche se corta al agregarle limón, pero solo el 35.7% de este grupo, ofreció una explicación clara y detallada del proceso químico, mientras que el 50% de este mismo grupo no pudo proporcionar una explicación coherente. Por otro lado, el 12.5% del total de los estudiantes respondió inicialmente que no lo sabía, pero luego ofreció una respuesta afirmativa con justificación incorrecta (Figura 9).

### Figura 9

Evidencias de las respuestas en educación superior frente a la pregunta "¿Sabes qué pasaría con la leche si le agregas limón? Sí\_ No\_ Explica".

<p><b>a</b> Estudiante EU2</p> <p>3. ¿Sabes qué pasaría con la leche si le agregas limón? SI x NO explica</p> <p><u>Si, se corta</u></p>	<p><b>b</b> Estudiante EU1</p> <p>3. ¿Sabes qué pasaría con la leche si le agregas limón? SI NO explica</p> <p><u>Si, se "corta". Es decir se separan los moléculas de grasa del suero lácteo. De esta forma queda lista para procesarla y pasteurizarla.</u></p>
<p><b>c</b> Estudiante EU3</p> <p>3. ¿Sabes qué pasaría con la leche si le agregas limón? SI NO explica</p> <p><u>si, se corta</u></p>	<p><b>d</b> Estudiante EU5</p> <p>3. ¿Sabes qué pasaría con la leche si le agregas limón? SI NO explica</p> <p><u>la leche se corta, se separa. si se hace inmediatamente la leche con cualquier ácido se puede obtener un delicioso jugo que no es claro, se debe tomar inmediatamente de preferencia.</u></p>

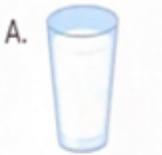
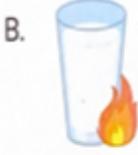
El hecho de que el 62.5% de los estudiantes presentaran una comprensión limitada en el proceso químico de este fenómeno, subraya la necesidad de profundizar en la enseñanza de los mecanismos químicos involucrados, tal como sucedió con el proceso del yogurt, lo cual facilitaría una comprensión más sólida y precisa para mejorar la argumentación de estos temas en particular (Crispín Bernardo, et. al 2011)

Finalmente, con la pregunta ¿Qué sucedería en cada uno de estos tres fenómenos que están en las imágenes? [Se refiere a tres vasos con leche en los cuales se exponen a diferentes factores externos como microorganismos y variaciones en la temperatura] se logró identificar si los

estudiantes comprendían cómo estos factores externos pueden causar cambios en el aspecto de la leche. Las respuestas de estas situaciones mostraron diferentes categorías que revelaron la apropiación del estudiante para argumentar lo sucedido en cada uno de los fenómenos como se observa en la siguiente Tabla 10

**Tabla 10**

*Cuestionario inicial educación superior. Categorías emergentes a partir de 3 situaciones planteadas.*

		Situaciones experimentales		
		A	B	C
		 <p>A. Un vaso de leche que se deja por fuera de la nevera por 5 días</p>	 <p>B. Un vaso de leche que se hierve y luego de enfriar se introduce a la nevera</p>	 <p>C. Un vaso de leche que tiene microorganismo en específico, q esta tapado, no le entra luz tiene una temperatura estable.</p>
Categorías emergentes en las respuestas	Ejemplo de respuestas/palabras clave	Número de repeticiones de cada palabra clave/categoría		
Microorganismos	EU3: Se <b>descompone</b> por la presencia de <b>microorganismos</b>	4	3	3
Descomposición de la leche	EU8: Se vinagrará y generará <b>mal olor</b>	6	1	
Derivados de la leche	EU5: ... tendremos un rico <b>yogurt</b>	1		4
Desnaturalización de proteínas	EU1: La temperatura los <b>desnaturaliza</b> , al igual que las <b>proteínas</b>		2	
Conservación de la leche	EU3: Se <b>conserva</b> más tiempo		4	
Condiciones óptimas para el microorganismo	EU7: Puede ser un <b>ambiente cómodo</b> para algunos <b>microorganismos</b>			3

Las categorías encontradas en las respuestas de las tres situaciones planteadas evidencian que los estudiantes tratan de deducir el fenómeno que se presenta en cada caso basándose en los referentes conceptuales que poseen, mediante la identificación de relaciones y conexiones entre

fenómenos y conceptos. (ICFES, 2020). Estas relaciones que plantea el ICFES (2020) se resumieron en cinco categorías (Tabla 10) las cuales, surgieron al reconocer en las respuestas de los estudiantes el uso repetitivo de ciertas palabras tales como: microorganismos, mal olor, ambiente cómodo, conservación, desnaturalización, proteínas entre otras que aparecieron a partir de los tres escenarios propuestos. Al analizar estas palabras se identificó que eran claves, para comprender lo que sucedía en las situaciones A, B y C.

Con esto se pudo identificar que los estudiantes de educación superior reconocían que los factores externos podían influir en los procesos de descomposición, desnaturalización de proteína y conservación de la leche, también reconocieron la producción de algunos productos lácteos y el papel que cumplen los microorganismos para la obtención de algunos derivados de la leche.

Con base en los resultados anteriores, se pudo evidenciar las diferencias y similitudes significativas entre ambos contextos, destacando que las similitudes son un factor clave para implementar ajustes que aborden las necesidades específicas de cada grupo poblacional.

A continuación, se presentarán los resultados que fueron fundamentales para implementar el ABPy en el desarrollo de la competencia explicación de fenómenos.

Para llegar a determinar si los estudiantes de educación básica primaria y educación superior tenían desarrollada su competencia explicación de fenómenos, fue necesario analizar su capacidad de argumentar, de interpretar y dar explicaciones científicas. Estos criterios son indispensables ya que, según el ICFES (2020) estos permiten evidenciar su adquisición.

Partiendo de lo anterior y del análisis del cuestionario inicial, se identificó que los estudiantes de básica primaria tienen bajos niveles de argumentación, debido a que las ideas son descriptivas y poco detalladas e incluso no cuentan con una conceptualización científica que valide el argumento, pues solo mencionan información aleatoria relacionada con el tema llegando a la vaguedad y ambigüedad, lo que indica no solo un bajo nivel de argumentación sino también de interpretación (Educarchile, 2020).

A su vez, los resultados de los estudiantes de educación superior indican, que tienen una comprensión general sobre los productos lácteos y sus procesos, no obstante, se hace necesario fortalecer la profundidad en la argumentación para explicar fenómenos, ya que es uno de los componentes principales que establece el ICFES (2020) para desarrollar dicha competencia.

En los cuestionarios se evidencia que la argumentación de los estudiantes de educación superior cuenta con un respaldo conceptual, es decir, explican el fenómeno a través de

concepciones científicas, pero no hay una profundización ni una descripción detallada del por qué sucede el fenómeno, llegando al punto de que la idea resulte ambigua debido a que no hubo una clara interpretación por parte de los estudiantes a la hora de analizar lo que se les preguntaba; elemento clave e indispensable en la argumentación ya que, la interpretación permite según Robles (2019) que esta pueda darse desde un pensamiento crítico y reflexivo, lo cual a su vez facilita construcción de ideas sólidas y bien fundamentadas. Estos aspectos que cobran relevancia en la argumentación no estuvieron presentes en las respuestas de los estudiantes, haciendo que usaran afirmaciones que no guardaban relación con la pregunta realizada.

Los análisis anteriores permiten evidenciar que ambas poblaciones tienen falencias a la hora de argumentar e interpretar, siendo necesario implementar estrategias que fortalezcan la argumentación y la interpretación crítica en ambos niveles educativos, lo que no solo mejoraría la competencia para explicar fenómenos, sino que también fomentaría un pensamiento más crítico y reflexivo en los estudiantes.

Por otra parte, las respuestas del cuestionario evidenciaron que los estudiantes de básica primaria no cuentan con altos niveles de explicación científica, ya que según Concari (2001) las explicaciones deben deducirse lógicamente apelando a leyes generales de un fenómeno, en donde un evento se pueda explicar mostrando que su ocurrencia es altamente probable con base en los hechos conocidos y a las nociones probabilísticas, en el que se abarque la funcionalidad del fenómeno del cual se está preguntado y del que se requiere la explicación.

Estos aspectos no se encontraron en las explicaciones de los estudiantes de básica primaria, pues sus respuestas carecían de coherencia y sus explicaciones no daban cuenta del componente científico para explicar el comportamiento de ciertos fenómenos con los cuales estaban familiarizados por ser de la vida cotidiana, lo cual conlleva a no crear modelos o posibles explicaciones que dieran razón al fenómeno.

En educación superior se identificó que las explicaciones científicas se daban a partir de modelos, lo cual según Chamizo (2010) le permite al estudiante reconocer fenómenos, en el que la representación conceptual es creada para entender y explicar hechos del mundo real. Estas representaciones que plantea Chamizo (2010) se hicieron notables en las respuestas de los estudiantes de educación superior, pero la explicación no solo se basa en usar términos científicos, también es necesario según Gómez y sus colaboradores (2013) que haya una ampliación en los significados, una justificación, una descripción y un buen manejo de posibles causas para poder

explicar un determinado fenómeno, y aunque varios de estos elementos se revelan en las respuestas dadas por los estudiantes, no alcanzan a ser suficientes para dar claridad de la comprensión del fenómeno.

Partiendo de lo anterior, se evidencia en los dos grupos de estudiantes bajos niveles para abordar de manera detallada las causas subyacentes, por lo que se hace necesario desarrollar estrategias pedagógicas que fortalezcan la habilidad para formular este tipo de explicaciones en ambos niveles educativos, promoviendo así una comprensión más sólida y coherente de los fenómenos en el mundo real.

En conclusión, el análisis del cuestionario inicial reflejó que hay que fortalecer la competencia explicación de fenómenos en ambos grupo poblacionales, ya que como se mostró anteriormente, el nivel de interpretación de argumentación y de explicación científica no fueron lo suficientemente altos para alcanzar los niveles que establece el ICFES (2019) quien plantea que el estudiante que cuenta con esta competencia debe ser capaz de “ construir explicaciones, de comprender los argumentos y modelos que expliquen fenómenos, y de establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento relacionado con un fenómeno o problema científico” (pp. 28-29).

Estos componentes de la competencia explicación de fenómenos de los que habla el ICFES no se reflejaron en los niveles esperados para el ciclo académico al que pertenecían las poblaciones, por lo que es necesario según Tardif (2011) que se dé una intervención por parte del docente y del estudiante, en donde ambos sujetos puedan hacer uso de estrategias didácticas para abordar el conocimiento científico, con el fin de explicar las razones y los argumentos desde una postura analítica y crítica, por lo que se propuso el ABPy como una estrategia para potenciar y desarrollar la competencia explicación de fenómenos.

### ***5.1.3 Aplicación del ABPy: elaboración de puentes conceptuales, considerando el acopio de la información y los esquemas para presentar las interpretaciones.***

En este apartado se explicará la implementación del ABPy para desarrollar la competencia explicación de fenómenos en los estudiantes de educación básica primaria y educación superior, con el fin de mejorar los niveles de argumentación, interpretación y explicación científica, los

cuales son criterios fundamentales para la adquisición de dicha competencia. La Tabla 11 muestra el resumen de la intervención del ABPy con cada uno de las fases, sesiones y actividades realizadas.

**Tabla 11.**  
*Resumen intervención ABPy*

Fases del ABPy	Explicaciones	Sesión	Actividades	
Lanzamiento	En esta fase se motivó a los estudiantes a participar de su propio aprendizaje, esto se logró partiendo de las motivaciones y captando la atención hacia la participación autónoma de cada estudiante	1	Conversatorio y compartir	
			Aplicación de cuestionario inicial	
			Escala metacognitiva sesión 1	
Aplicación	En esta fase se llevó a cabo la mayor parte del proyecto lactociencia, en donde los participantes desempeñaron distintas estrategias y pusieron en marcha sus habilidades para obtener respuesta a la pregunta inicial. Con esta fase se pudo dar paso a crear un producto final, el cual reflejó los aprendizajes adquiridos, proporcionando así la solución a la pregunta guía	2	Producto lácteo o que contenía lácteo	
			Historia interactiva: "la lacto aventura de Pacheco"	
		3	Construcción de modelos del sistema digestivo con plastilina	
Cierre	En esta fase se divulgó y evaluó el producto final, con el fin de ver el impacto que tuvo este en su entorno y en el aprendizaje de los estudiantes	4	Experimento del proceso de fermentación	
			5	Creación de productos lácteos
			6	Exposición de proyectos

Como se puede observar, estas actividades fueron distribuidas en cada una de las fases del ABPy mediante las planeaciones (Anexo 9) que contemplaron los Estándares Básicos de Competencias (EBC) para el grado cuarto, de acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional (2024, pp. 16-17), como se listan a continuación:

- ✓ Formulo preguntas a partir de una observación o experiencia y escojo algunas de ellas para buscar posibles respuestas. (...me aproximo al conocimiento como científico(a) natural)
- ✓ Identifico condiciones que influyen en los resultados de una experiencia y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables). (...me aproximo al conocimiento como científico(a) natural)
- ✓ Verifico la posibilidad de mezclar diversos líquidos, sólidos y gases (Entorno físico).

- ✓ Verifico que la cocción de alimentos genera cambios físicos y químicos (Ciencia, tecnología y sociedad).
- ✓ Represento los diversos sistemas de órganos del ser humano y explico su función. (Entorno vivo)
- ✓ Comunico, oralmente y por escrito, el proceso de indagación y los resultados que obtengo. (...me aproximo al conocimiento como científico(a) natural)
- ✓ Cumpló mi función cuando trabajo en grupo, respeto las funciones de otros y contribuyo a lograr productos comunes. (...desarrollo compromisos personales y sociales)
- ✓ Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco puntos de vista diferentes y los comparo con los míos. (...desarrollo compromisos personales y sociales)
- ✓ Establezco relaciones entre microorganismos y salud. (Ciencia, tecnología y sociedad)

Los EBC anteriores se vincularon con cada una de las fases del ABPy, con el fin de establecer criterios de evaluación que permitieran analizar el nivel de desempeño de los estudiantes. Esto dio como resultado la rúbrica presentada en la Tabla 12.

Para evidenciar cómo la aplicación del ABPy permite elaborar puentes conceptuales en los estudiantes de educación básica primaria y en educación superior, en el desarrollo de la competencia explicación de fenómenos, se realizó una rúbrica que busca, por medio de criterios de evaluación y niveles de desempeño, analizar el proceso de los estudiantes durante el desarrollo del proyecto “*Lactociencia: un camino accesible hacia una educación para todos*”.

En la Tabla 12 se puede observar la rúbrica con los criterios y los niveles de desempeño que se tuvieron en cuenta.

**Tabla 12.**  
*Rúbrica con los criterios y los niveles de desempeño*

Criterios	Niveles de desempeño			
	Bajo	Básico	Alto	Superior
Motivación y Participación	Requiere apoyo para vincularse y permanecer en las actividades que se proponen.	Muestra interés fluctuante en las actividades propuestas y puede requerir apoyo para permanecer en ellas.	Demuestra interés en las actividades propuestas y puede requerir apoyo para vincularse a algunas de ellas.	Demuestra de manera permanente interés en las actividades propuestas y se vincula a ellas de manera voluntaria.
Autonomía en el aprendizaje	Muestra alguna iniciativa y depende de apoyos para generar el aprendizaje	Muestra iniciativa y requiere de algunos apoyos para generar autonomía en el aprendizaje	Muestra autonomía en su proceso de aprendizaje y toma la iniciativa	Demuestra plena autonomía e iniciativa en su aprendizaje.
Trabajo colaborativo	Contribuye poco con las actividades grupales que se proponen	Contribuye de manera regular con las actividades grupales que se proponen	Contribuye de manera pertinente con las actividades grupales propuestas	Contribuye de manera significativa con las actividades de grupales propuestas
Explicación de fenómenos científicos	Nombra fenómenos científicos sin hacer comparaciones entre ellos	Describe fenómenos científicos sin usar un vocabulario propio de las ciencias	Explica fenómenos científicos usando un vocabulario propio de las ciencias	Aplica el conocimiento científico para explicar fenómenos

Esta rúbrica fue elaborada tras una serie de reflexiones sobre el desarrollo de la competencia "explicación de fenómenos", lo que permitió construir los niveles de desempeño seleccionados para el análisis. A través de este esquema de evaluación, se abordaron aspectos como la motivación, participación, autonomía en el aprendizaje, el trabajo colaborativo y la explicación de fenómenos científicos en la creación de un derivado lácteo, todos ellos influyendo progresivamente en el desarrollo de dicha competencia.

Los niveles de desempeño considerados en esta rúbrica abarcaron procesos de pensamiento, ofreciendo una comprensión clara del desempeño de los estudiantes (Churches, 2009). Asimismo, se incorporaron los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y el enfoque STEM para evaluarlos.

Con esta rúbrica se logró aplicar, describir y analizar la incidencia del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos en los estudiantes de educación básica primaria y superior.

## 5.2. Comparación de la incidencia del ABPy en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos entre los estudiantes de educación básica primaria y superior

En este apartado se presentarán las comparaciones del desempeño en la competencia de "explicación de fenómenos" entre estudiantes de educación básica primaria y educación superior, utilizando la rúbrica desarrollada a partir de las reflexiones obtenidas de las observaciones y descripciones contextuales que fueron registradas en diarios de campo y medios audiovisuales que permitieron evaluar aspectos anteriormente mencionados.

Lo anterior, permitió identificar la incidencia del ABPy en el desarrollo progresivo de esta competencia en los diferentes niveles educativos con base en los diferentes criterios para la evaluación. Para comenzar, se explicarán detalladamente los resultados obtenidos del criterio motivación y participación en educación básica (EF) y en educación superior (EU) (Tabla 13)

**Tabla 13.**

*Resultados comparativos del desempeño de la competencia explicación de fenómenos para el criterio motivación y participación*

Criterios	Participantes	Niveles de desempeño							
		Bajo		Básico		Alto		Superior	
		EF	EU	EF	EU	EF	EU	EF	EU
Motivación y Participación	1					x			x
	2							x	x
	3							x	x
	4							x	x
	5							x	x
	6							x	x
	7							x	x
	8					x			x

Estos resultados muestran que los participantes, en general, lograron avanzar en sus desempeños, ya que en la mayoría de los criterios se ubicaron entre los rangos básico, alto y superior. Para ilustrar lo anterior, se iniciará con una descripción de lo sucedido en cada uno de los criterios en los dos niveles educativos.

Respecto al criterio de motivación y participación en educación superior se reveló que el 100% de los participantes demostraron de manera permanente interés en las actividades propuestas

y se vincularon a ellas de manera voluntaria, mientras que en educación básica primaria el 75% de los participantes desarrollaron este nivel de desempeño, mientras el 25% de los participantes a pesar de que demostraron interés, requirieron apoyo para vincularse a algunas de ellas, lo que refleja que ambas poblaciones tienen niveles superiores y altos en este criterio.

Lo anterior demuestra que participaron activamente en diversas actividades, creando espacios de colaboración y diálogo con sus compañeros, en donde compartieron ideas, resolvieron dudas y daban posibles soluciones, lo que reflejó una motivación por parte de los participantes (Carrillo, *et al.*, 2009).

Estos resultados se lograron gracias a la creación de un ambiente interesante, desafiante, activo, provocador, lúdico, colaborativo y divertido (DIA, 2023), que les permitió a los participantes involucrarse y desear aprender sobre el tema central del proyecto, pues ellos mismos afirmaron que el proyecto fue de su interés. Por ejemplo, en educación básica primaria, en la sesión cinco se hace la pregunta “¿Y les gustó el proyecto *Lactociencia*?” a lo que EF5 responde: “Sí, nos gustó mucho”. Esto permite ver que la implementación del ABPy posibilita superar la desmotivación académica presente en los sistemas educativos enfocados en la transmisión de conocimientos (López Martínez, 2016).

Por su parte en educación superior, el ABPy fomenta la participación del estudiante en el proceso de aprendizaje, tanto en la adquisición de conocimientos como en el desarrollo de nuevas capacidades, como el trabajo colaborativo, el aprendizaje autónomo, entre otras (Maldonado Pérez, 2008). Esto permitió que los participantes mantuvieran su motivación, lo cual es fundamental, ya que incluye las necesidades, intereses y motivos que impulsan a los estudiantes a actuar y aprender, logrando que el objeto de estudio resulte interesante y agradable (Polanco Hernández, 2005)

Algunas evidencias de estos eventos tuvieron registros fotográficos como se muestran en la Figura 10

**Figura 10.***Registros fotográficos de las dos poblaciones.***A. Básica primaria****B. Educación superior**

En conclusión, el análisis comparativo entre los resultados obtenidos en educación básica primaria y educación superior respecto a la incidencia del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) en la motivación y participación revela patrones de mejora continua en ambos niveles educativos, aunque con diferencias marcadas en cuanto a la necesidad de apoyo y autonomía en el aprendizaje.

Por su parte, el enfoque STEM y los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) desempeñaron un papel clave en ambos niveles educativos, garantizando que el aprendizaje fuera accesible y atractivo para todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades y características. Autores como Pastor y sus colaboradores (2011) destacan que la integración de ambas no solo aumenta la motivación, sino que también promueve la participación al proporcionar múltiples formas de implicación, representación, expresión y acción, en el proceso de aprendizaje.

Ahora bien, con respecto a la autonomía en el aprendizaje se pudo identificar que, este criterio, comparado con el de motivación y participación, tuvo un nivel de desempeño básico en ambas poblaciones (Tabla.14)

**Tabla 14.**

*Resultados comparativos del desempeño de la competencia explicación de fenómenos para el criterio autonomía en el aprendizaje*

Criterios	Participantes	Niveles de desempeño							
		Bajo		Básico		Alto		Superior	
		EF	EU	EF	EU	EF	EU	EF	EU
Autonomía en el aprendizaje	1					X			X
	2						X	X	
	3						X	X	
	4			X			X		
	5							X	X
	6						X	X	
	7						X	X	
	8			X					X

Estos resultados muestran que, en educación superior, el 37.5% de los participantes demostraron plena autonomía y tomaron la iniciativa en su aprendizaje al indagar en conocimientos. Un ejemplo de ello es el participante EU1, quien además de utilizar plastilina para modelar y explicar el concepto de acuerdo con las instrucciones de la actividad propuesta, empleó diversos recursos incluidos medios tecnológicos, para profundizar en un tema relacionado con el intestino delgado, lo que refleja su capacidad de indagar de manera independiente y aplicar de forma creativa los conocimientos adquiridos:

Fragmento de transcripción de la explicación EU1:

*Esta es una visión agrandada, entonces hay que tener en cuenta que el intestino delgado se divide en tres partes: duodeno, yeyuno e íleon; entonces la función, básicamente del intestino delgado, es absorber nutrientes, grasas, vitaminas, bueno, en fin, un montón de cosas que vienen a partir de los alimentos...*

Por su parte, en educación básica primaria, el 25% de los participantes cuenta con un nivel básico, en donde mostraron iniciativa y requirieron de algunos apoyos para generar autonomía en el aprendizaje. Por ejemplo, cuando los participantes trabajaron en el nombre y el logotipo de su producto y, en un caso en particular después de que uno de ellos hiciera varios intentos, aceptó la ayuda de un compañero para la creación de su logotipo.

Asimismo, el 12.5 % de los participantes de este mismo nivel académico mostró autonomía en su proceso de aprendizaje y tomó la iniciativa, ubicándose en un nivel alto y el 62.5% se

encuentra en un nivel superior, demostrando plena autonomía e iniciativa en su aprendizaje. Lo anterior, se puede explicar cuando llevaron a cabo la elaboración del producto sin la ayuda de sus padres y, al igual que en educación superior, utilizaron medios tecnológicos para documentar el proceso de elaboración de su producto lácteo (Figura 11A y 11B)

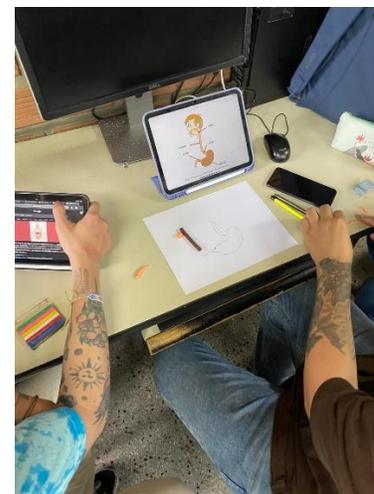
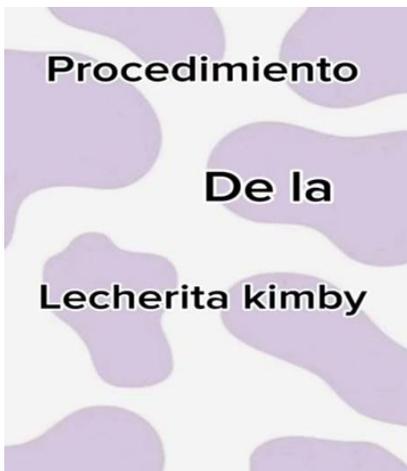
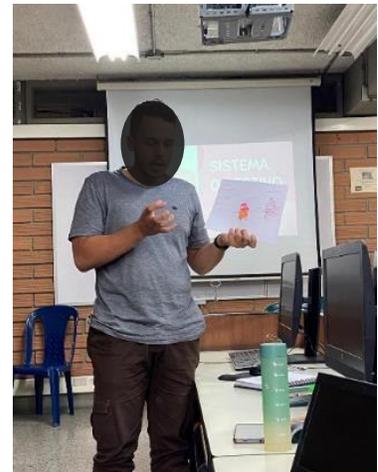
Algunas evidencias de estos hallazgos en ambas poblaciones tuvieron registros fotográficos como se muestran en la Figura 11

**Figura 11.**

*Evidencia sobre autonomía en el aprendizaje*

**A. Básica primaria**

**B. Educación superior**



Estos hallazgos comprueban que los estudiantes desarrollaron autonomía y confianza para reconocer problemas, generar ideas creativas y encontrar soluciones a sus propias problemáticas

(Villoria Nolla y Barroso, 2023). Asimismo, la implementación del DUA y el STEM en el proyecto, permitieron ofrecer al alumnado alternativas para practicar la toma de decisiones, aumentar la satisfacción con los logros obtenidos y fortalecer la conexión con su propio aprendizaje (MEN y Parque Explora, 2021; Pastor, *et al.*, 2013)

Al realizar este proyecto, fue indispensable la autonomía puesto que, como indica Medina-Nicolalde y Tapia-Calvopiña (2017), este tipo de trabajo promueve una mayor responsabilidad en los estudiantes en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales para que el profesor valore, no solo la capacidad de respuesta de los estudiantes sino también su nivel de compromiso con el proyecto y con sus compañeros. En el contexto del ABPy, es crucial que los estudiantes se formen desde lo conceptual y lo práctico, ya que una visión integral permite que los saberes adquiridos se pongan en acción.

En conclusión, tanto en educación básica como en educación superior, la promoción de la autonomía y la iniciativa en el aprendizaje es clave para el desarrollo integral de los participantes. Por lo tanto, los resultados sugieren la necesidad de implementar estrategias que refuercen estas habilidades.

En concordancia con lo anterior, el criterio de trabajo colaborativo mostró un comportamiento similar al de motivación y participación en educación superior, mientras que educación básica primaria fue similar al de autonomía en el aprendizaje. Los resultados de este criterio se muestran en la Tabla 15.

**Tabla 15.**

*Resultados comparativos del desempeño de la competencia explicación de fenómenos para el criterio trabajo colaborativo*

Criterios	Participantes	Niveles de desempeño							
		Bajo		Básico		Alto		Superior	
		EF	EU	EF	EU	EF	EU	EF	EU
	1					x			x
	2							x	x
	3							x	x
Trabajo colaborativo	4			x					x
	5							x	x
	6							x	x
	7							x	x
	8			x					x

La similitud de este criterio con el de motivación y participación en educación superior, radica en que 100% de los participantes contribuyeron de manera significativa con las actividades grupales propuestas. Mientras que la similitud en educación básica primaria con el criterio de autonomía en el aprendizaje se refleja en que el 62.5% de los participantes también contribuyeron de manera significativa con las actividades y, además, el 12.5% lo hace de manera pertinente y el 25% de manera regular.

Como se puede observar, un alto porcentaje de ambas poblaciones lograron un nivel de desempeño superior, lo cual indica que asumieron responsabilidad, tuvieron comunicación asertiva y capacidad de escuchar, lo que facilitó la realización de tareas y también el intercambio de conocimientos de manera conjunta, promoviendo un aprendizaje profundo a través de la colaboración (Maldonado Pérez, 2008).

Algunas de estas evidencias se observan en los siguientes fragmentos de la transcripción de explicaciones de una de las actividades realizadas en educación superior y en figuras registradas en el diario de campo en educación básica primaria:

Fragmento de transcripción de varios participantes de un grupo en donde el trabajo colaborativo se evidencia cuando ellos, en conjunto, tratan de explicar la función del esófago:

*EU6: El esófago es el encargado del transporte de alimentos y el estómago es donde se almacenan los alimentos, donde se hace la digestión y la trituración de alimentos...*

*EU2: Bueno, cuando empezamos este viaje del alimento pasando a través del esófago y desde el momento en que el consumimos los alimentos, la saliva cumple un papel importante y es que la saliva desencadena la producción de una enzima que es la ptialina, ... que está encargada de descomponer carbohidratos complejos, entonces la descomposición [se refiere a la digestión] empieza desde la desde la boca y cuando va pasando hacia el estómago, ... tiene también diferentes enzimas...*

*EU4: Pero no va sólida, sino que por la presencia del ácido clorhídrico se convierte en jugos, o sea, que el estómago es parte fundamental para que los sólidos se conviertan en agentes diluidos.*

Este trabajo colaborativo, se refuerza en la fase de cierre cuando realizaron y presentaron de manera grupal los productos lácteos para ser evaluados lo cual explica el nivel de desempeño superior. Las fotografías de los productos elaborados quedaron registradas en el diario de campo tal como se evidencia en la Figura 12

**Figura 12.**

*Evidencia del trabajo colaborativo en educación superior: elaboración conjunta de un producto lácteo*



Fragmento del diario de campo en donde se registró la actividad realizada en educación básica primaria para potenciar el trabajo colaborativo por medio de las habilidades de cada uno de los participantes a través de un juego de roles:

*En la actividad de construcción de modelos del sistema digestivo con plastilina, correspondiente a la sesión 3 de la fase de aplicación del ABPy (Tabla 3), se distribuyeron tarjetas de identidad que asignaban distintos roles: logística, orador, artista plástico y dibujante. La dinámica se dividió en dos partes: en la primera, asumían su rol según la tarjeta asignada. Por ejemplo, quien tenía el rol de logística se encargaba de apoyar en las tareas solicitadas por los demás, el artista plástico se encargaba de moldear el sistema digestivo siguiendo las indicaciones de sus compañeros, y el dibujante representaba gráficamente las partes del cuerpo. Se buscaba que cada participante escogiera libremente el rol con el que se sintiera más identificado; sin embargo, algunos no lograron identificarse con un rol específico, lo que ocasionó que un mismo participante asumiera más de un rol. En la segunda parte, los participantes debían crear el modelo en plastilina y acordaban cómo realizarían las exposiciones sobre el aparato digestivo.*

En el diario de campo, también se guardaron fotografías alusivas a la situación de asumir más de un rol con su respectiva transcripción, como se observa en la Figura 13

**Figura 13.**

*Evidencia en donde varios participantes asumieron más de un rol*



EF: ... me tocó hacer casi todo de la tarea a mí, porque mi equipo no me ayudó casi, pero lo que yo entendí del esófago es porque me tocó a mí ...

Durante la implementación del proyecto se evidenció trabajo colaborativo, sin embargo, en la fase de cierre, al presentar y evaluar el producto lácteo, surgieron situaciones que reflejaron una división del trabajo. En un grupo, se presentaron dos productos distintos, lo que sugiere que los integrantes se separaron para realizar el producto final. En otro grupo, compuesto por cuatro participantes, solo se otorgaron créditos a tres de ellas. Estas situaciones explican el nivel de desempeño colaborativo básico, que se presentó en educación básica primaria. Esto quedó registrado en el diario de campo con una fotografía que documenta la actividad (Figura 14).

**Figura 14.**

*Evidencia fotográfica del nivel de desempeño básico de trabajo colaborativo: producción de lácteos y créditos de video*



Estos resultados muestran que, tanto en la educación superior como en educación básica primaria, se buscó fomentar la colaboración entre los estudiantes. En ambos niveles, los participantes contribuyeron significativamente con las actividades grupales. Esta interacción y la responsabilidad compartida son características fundamentales del ABPy, donde el aprendizaje se realiza de forma activa y cooperativa. Por lo tanto, esta estrategia de aprendizaje exige que los estudiantes tomen decisiones, propongan soluciones y negocien ideas para construir propuestas (Thomas, 2000; Maldonado Pérez, 2008)

Un resultado que ilustra esta forma de participación colaborativa del ABPy es en la actividad de construcción de modelos del sistema digestivo con plastilina, en donde en educación superior y en educación básica primaria se integraron roles específicos, ya sea, de manera implícita o explícita (logística, orador, artista plástico, dibujante), ya que cada uno asumió una función particular que contribuyó al logro colectivo del objetivo del proyecto (Ros, 2006).

Por su parte, es fundamental que la asignación de roles en proyectos colaborativos sea flexible y que las tareas se ajusten a las competencias de cada estudiante para mejorar tanto la participación como la equidad dentro del grupo (López y Acuña, 2021). La personalización de los roles facilita una distribución más justa de responsabilidades y asegura que todos los estudiantes puedan contribuir de manera significativa.

Además, el trabajo colaborativo no solo fomenta una comprensión más profunda de los conceptos científicos, sino que también mejora la capacidad de explicarlos de manera conjunta. Esta interacción entre los estudiantes refuerza el valor del trabajo en equipo dentro del entorno del ABPy, al permitir que los estudiantes expliquen fenómenos científicos de forma colectiva, integrando diferentes perspectivas y conocimientos (Revelo, *et al.*, 2018), tal como se muestran en los resultados de la Tabla 16

**Tabla 16.***Resultados comparativos del desempeño de la competencia explicación de fenómenos científicos*

Criterios	Participantes	Niveles de desempeño							
		Bajo		Básico		Alto		Superior	
		EF	EU	EF	EU	EF	EU	EF	EU
Explicación de fenómenos científicos	1					x			x
	2							x	x
	3							x	x
	4			x			x		
	5							x	x
	6						x	x	
	7						x	x	
	8					x			x

Este criterio de explicación de fenómenos científicos es uno de los más relevantes debido a su vínculo directo con la competencia que se buscó desarrollar en este proceso. Estos resultados muestran un desempeño similar al criterio de autonomía en el aprendizaje, ya que en educación superior está entre alto y superior y en educación básica primaria varía entre básico, alto y superior.

Los resultados del nivel de desempeño superior revelan que el 62.5% de los participantes, tanto en educación superior como en básica primaria, aplicaron el conocimiento científico para explicar fenómenos, particularmente en la elaboración del producto lácteo. En cuanto al nivel de desempeño alto, el 37.5% de los estudiantes de educación superior lograron explicar fenómenos científicos utilizando un vocabulario especializado en ciencias, mientras que en educación primaria solo el 25% alcanzó este nivel. Finalmente, el nivel de desempeño básico se observó únicamente en educación primaria, donde el 12.5% de los participantes describieron fenómenos científicos sin emplear un vocabulario científico.

La implementación del ABPy incidió de manera significativa en el desempeño de los estudiantes debido a sus estrategias de aprendizaje activo y contextualizado. Al involucrar a los estudiantes en la resolución de problemas reales, como la elaboración de un producto lácteo, el ABPy permite que ellos no solo apliquen sus conocimientos científicos, sino que también los integran en situaciones prácticas, lo que facilita una comprensión más profunda de los fenómenos.

Teniendo en cuenta lo anterior, en ambos contextos se identificaron varios aspectos que explican estos resultados y que se registraron en el diario de campo de las transcripciones. Para

comenzar, se mostrarán evidencias sobre la incidencia del ABPy a través de la elaboración de un producto lácteo en educación superior.

### 5.2.1 Comparación de datos recolectados: observaciones, entrevistas, descripciones del contexto y revisión de documentos

El análisis se basó en preguntas orientadoras seleccionadas de los cuestionarios, las cuales permitieron evaluar la incidencia del ABPy en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos en ambas poblaciones. Para ilustrar dicha incidencia, es esencial destacar las similitudes y diferencias entre ambos grupos a partir de estas preguntas: *¿Sabes qué pasaría con la leche si le agregas limón?* y *¿Qué sucedería si un vaso de leche se hierve y luego se introduce a la nevera?*, las cuales están directamente relacionadas con los productos lácteos elaborados y permitió analizar las respuestas de los participantes antes, durante y después de la implementación del ABPy, obteniendo resultados tanto en educación superior como en básica primaria (Tabla 17 y Tabla 18)

**Tabla 17.**

Respuestas de los participantes antes, durante y después de la implementación del ABPy en educación superior

Pregunta Orientadora	EU	Respuestas			
		Inicial	Final	Producto elaborado	Explicación del producto en grupo
¿Sabes qué pasaría con la leche si le agregas limón?	5	<i>La leche se corta, se separa. Si se licúa la leche con cualquier cítrico, inmediatamente se puede obtener un delicioso jugo que no es dañino.</i>	<i>Se corta, dependiendo de la temperatura y otros agregados, puedes hacer diferentes productos lácteos</i>	Queso de mano	Producto elaborado: Queso de mano. <i>El producto se llama "Muzza Cheese". ...Cuando echamos todo esto ocurre una reacción química que hace que la leche empiece a ser grumos. Esperamos que pasen cinco minutos. Separamos la parte líquida de la sólida, escurrimos la parte sólida y le agregamos mantequilla y sal para darle forma y sabor. Tiene grasas, azúcar y sal. Para conservarlo hay que meterlo a la nevera porque de lo contrario se nos daña. No podemos dejar el queso en lugares donde haya olores fuertes porque el queso puede adquirir esos olores y afectar el sabor [La explicación la terminan en una cartelera]</i>

	<p>1 La cantidad de microorganismos será menor o nula, ya que la temperatura los desnaturaliza al igual que las proteínas.</p> <p>3 Se conserva más tiempo</p>	<p>En este caso, el vaso de leche se demorará más tiempo para vinagrarse, eso dependería de la contaminación cruzada. Al momento en que se hierve pierde la mayor cantidad de microorganismos alargando la vida útil de la leche</p> <p>La leche se pasteurizará y perdurará mucho tiempo más</p>	<p>Producto elaborado: Arequipe.                  ...Nuestro producto se llama la vaca arequipeira. ... Nuestros ingredientes ... son solo cuatro. Leche principalmente, azúcar, ...bicarbonato de sodio y esencia de vainilla o café. ... Revolvimos por tres horas a fuego alto hasta que se puso espeso y tuviera una buena consistencia. ... Imagínense que cuando agregamos todos estos ingredientes hacemos una mezcla homogénea, la cual consiste en que ninguno de los ingredientes se puede identificar. Cuando mezclamos todos los ingredientes y lo ponemos a calentar en el horno, ... El azúcar, al calentarse con la leche, genera las reacciones de Maillard.</p>
<p>¿Qué sucedería si un vaso de leche se hierve y luego se introduce a la nevera?</p>	<p>7 Creo que también el choque de temperatura puede hacer que se dañe la leche</p> <p>8 Se conservaría durante más tiempo si esta leche es, por ejemplo, directa de la vaca</p>	<p>El choque de las temperaturas puede generar en los componentes reacciones adversas, haciendo que el producto pueda "dañarse"</p> <p>La leche se pasteurizó, entonces perdurará más</p>	<p>Producto elaborado: Mantequilla.                  Nuestro producto es una mantequilla artesanal y le pusimos como nombre la cremosita. Los ingredientes fueron: 400 gramos de crema de leche, 1 gramo de sal, 3 gramos de azúcar, 200 gramos de mango, 30 gramos de salsa de ajo, 3 gramos de finas hiervas. ...Durante el batido vemos que se separa la nata del suero para seguir batiéndola. Por último, se le agrega el sabor que fue la parte más difícil, ... para lograr un buen sabor, la mezcla tiene que quedar homogénea. ...El proceso fisicoquímico que sufrió nuestro producto, es que cuando batimos la crema de leche se rompe la membrana de células grasas [se refiere a las vesículas que se liberan del glóbulo de grasa de leche, secretada por las células productoras de leche] y así se liberan las grasas que están contenidas, lo que permite la incorporación de aire. ... La formación de cristales en la mantequilla, hace que tenga una textura y una estructura suave, pero a la vez sólida ... se debe a los cristales alfa y beta los cuales se forman en diferentes cambios de temperatura.</p>
	<p>2 Se pueden morir algunas bacterias</p> <p>4 Al calentar a punto de ebullición ... la leche puede durar un poco más</p> <p>6 No contestó</p>	<p>Ciertas bacterias morirían</p> <p>Una pasteurización</p> <p>Al enfriarse, la leche se volverá a un estado líquido, pero es posible que adquiera una</p>	<p>Producto elaborado: Queso tipo petit suisse                  Es un producto tipo postre, el cual nombramos pin pon cuchareable. Para hacer este producto ... hay que tener en cuenta que no tuvo una transformación química, sino una transformación física, porque es una mezcla homogénea. Es decir, que cuando revolvemos los ingredientes no alcanzamos a distinguir cuáles son los ingredientes que están adentro. Lo hicimos con crema de leche, con leche condensada, queso crema, yogurt griego y un saborizante de mora. Tomamos todos estos ingredientes, los batimos hasta que tuviera una textura cremosa, luego lo pasamos a unos recipientes y pusimos el producto en la nevera para que se cuajara.</p>

*textura ligeramente  
más densa debido a la  
concentración de  
proteínas*

**Tabla 18.**

*Respuestas de los participantes antes, durante y después de la implementación del ABPy en educación básica primaria*

Pregunta Orientadora	Respuestas			
	EF	Inicial	Final	Explicación del producto en grupo
¿Sabes qué pasaría con la leche si le agregas limón?	1	<i>Si se pone más ácido y ... amargo</i>	<i>Se cuaja</i>	Producto elaborado: Quesito. <i>El nombre del producto es queso facheo, y todos nos pusimos de acuerdo para ponerlo así, que significa chévere. Para hacerlo utilizamos dos bolsas de leche, sal y vinagre. El proceso para crear el producto fue colocar los ingredientes en una olla y hervir y refrigerar. El producto lleva grasa y sal. El tamaño de una porción es de 100 kilogramos. Se recomienda mantenerlo refrigerado y se vence en 8 días. Nos demoramos haciendo un día el producto y solos porque mi mamá no nos ayudó [El niño señala en Lengua de Señas Colombiana]. A continuación, los participantes del equipo prueban el producto</i>
	3	<i>No sé</i>	<i>Se vuelve quesito</i>	
	7	<i>Sabría amargo y muy mal</i>	<i>Se separa la proteína del suero</i>	Producto elaborado: Leche cortada con dulce. <i>El nombre del producto es migue loco, porque soy muy loquito. Para hacerlo, primero eché la leche, después el vinagre, el azúcar, la panela y el limón. El producto se elaboró en media hora. El logotipo lo elaboró EF7</i>
¿Qué sucedería si un vaso de leche se hierve y luego se introduce a la nevera?	2	<i>Sabría mucho mejor</i>	<i>Se corta</i>	Producto elaborado: Arequipe <i>El producto se llama arequipisito insano, los ingredientes son leche, azúcar y bicarbonato. Para elaborar el producto se echa la leche a la olla, se le agrega azúcar y se disuelven hasta obtener una mezcla homogénea. Tiene azúcar y grasas.</i>
	8	<i>Se calienta</i>	<i>Se cortarían</i>	
¿Qué sucedería si un vaso de leche se hierve y luego se introduce a la nevera?	4	<i>No sabría igual</i>	<i>No sé</i>	Producto elaborado: Leche condensada. Para la explicación de la elaboración del producto, los participantes elaboraron un video mediante apoyo TIC, en donde detallaron cada uno de los ingredientes y el proceso. <i>Para elaborar el producto utilizamos leche, una taza de agua caliente y otra fría, 2 cucharadas de azúcar y tres de leche en polvo y mezclamos. El producto se llama lecherita kimby por Kimberly Loaiza [Se refiere a una influencer contemporánea</i>
	5	<i>No sé</i>	<i>Se hirvió</i>	

6      *Creo que queso*      *Se cuaja*

que admiran]. Una de las compañeras del grupo expresó: *Si quiere puedo exponer por ella, ya que le da temor. La consistencia de nuestro producto, se logró pasando por el congelador para endurecerse y luego se sacó para que quedara espesa y luego poder empacarla. Nuestro producto se demoró 5 horas y lo disfrutamos*

---

Con base en los resultados anteriores, se pudo hacer un análisis de cómo los participantes, tanto de educación superior como en educación básica primaria, adquirieron y aplicaron la competencia científica a través del ABPy, revelando un claro avance del antes y el después de la intervención.

### **5.3 Análisis comparativo de la competencia explicación de fenómenos entre educación básica primaria y educación superior**

En este apartado se realizará un análisis e interpretación de estos resultados para saber la convergencia en el desarrollo de la competencia explicación de fenómenos entre educación básica primaria y educación superior.

Entre las similitudes encontradas con base en estas preguntas, se pueden resaltar aquellas relacionadas con la elaboración del producto, las estructuras conceptuales y el trabajo colaborativo.

En cuanto a la elaboración del producto, el aprendizaje vivencial nos revela resultados interesantes, ya que, tanto en educación superior como en educación básica primaria, los estudiantes desarrollaron productos como quesos, arequipe, leche condensada y leche cortada como parte de su proceso de aprendizaje.

En ambos casos, el aprendizaje práctico resultó en un incremento del entendimiento, conforme a la metodología de ABPy, que fomenta la experimentación y la resolución de problemas mediante actividades prácticas (Viviescas y Sacristán, 2020). Esto es una clara muestra de cómo se favorecen las competencias STEM, pues ambos grupos comprendieron conceptos relacionados con reacciones químicas y cambios físicos, a partir de la elaboración del producto lácteo.

Por otro lado, se identificó que, en ambas poblaciones las estructuras conceptuales iniciales eran básicas, pero tras la experimentación y explicación del proceso de elaboración del producto, los participantes lograron una comprensión más profunda respecto a las dos preguntas orientadoras. Esto se observó cuando en la primera pregunta, después de la práctica, ajustaron sus respuestas,

evolucionando de expresiones sencillas como "No sé" o "Sabe mal" a explicaciones científicas sobre el cuajado de la leche.

Este hallazgo, evidencia un avance en la comprensión de procesos y principios químicos, ya que sus argumentos sobre la coagulación de la leche reflejaron una mayor precisión y profundidad conceptual tras completar el proyecto, considerando las múltiples formas de representación y acción para facilitar el acceso y comprensión del conocimiento (CAST, 2020).

En cuanto a la segunda pregunta los participantes de educación básica primaria pasaron de respuestas sencillas como "Sabría mejor" o "Se calentaría" a respuestas más precisas como "Se cortaría". En educación superior, los estudiantes también ajustaron sus respuestas, explicando con mayor precisión los procesos de pasteurización y las reacciones químicas involucradas. Esto coincide con estudios recientes que muestran cómo el ABPy facilita el progreso cognitivo a través de la experiencia directa y la reflexión sobre el aprendizaje (Medina, 2021).

Adicionalmente, el ABPy tuvo un impacto significativo en el trabajo colaborativo en ambas poblaciones, ya que los participantes se organizaron en equipos para desarrollar un producto a partir de las preguntas orientadoras. Este enfoque promovió una colaboración activa, permitiendo a los estudiantes no solo compartir responsabilidades, sino también desarrollar habilidades en la toma de decisiones en grupo. Esto se reflejó en la elección de los nombres para el producto final: "Muzza Cheese" en educación superior y "Quesito Fachero" en básica primaria, vinculados a la primera pregunta, y "La Vaca Arequipera" en educación superior y "Arequipisito Insano" en primaria, relacionados con la segunda pregunta

Lo anterior, se explica con el trabajo de Pérez (2007) quien confirma que el ABPy promueve el trabajo colaborativo, ya que involucra a los estudiantes en situaciones de aprendizaje donde deben comunicar ideas y resolver conflictos mediante el diálogo. Además, fomenta habilidades sociales y emocionales que son clave para la colaboración (Medina, 2021). En este caso, tanto en educación superior como en educación básica primaria, los participantes trabajaron juntos para lograr un objetivo común: transformar la leche en un producto, lo que demuestra la efectividad del ABPy en ambos niveles educativos.

Esta metodología activa también reveló algunas diferencias notorias entre los que se destacan el nivel de comprensión, la autonomía y la profundidad de explicación. En el primer aspecto, por ejemplo, los participantes de educación superior demostraron un nivel de comprensión más detallado y técnico a la hora de responder a las dos preguntas orientadoras; un ejemplo de ello

es cuando mencionaron explícitamente términos como reacción química, separación de fases, pasteurización, y, además, expresaron la importancia de factores externos, lo que refleja un mayor nivel de abstracción y entendimiento conceptual.

Lo anterior, se observa cuando EU1 y EU3 explicaron el fenómeno ocurrido en la elaboración del arequipe cuando mencionaron el efecto del bicarbonato en la leche y describieron procesos como la reacción de Maillard, mostrando un conocimiento más detallado sobre los cambios fisicoquímicos de su producto:

Transcripción de un fragmento de EU1 y EU3 al explicar su producto lácteo

*Imagínense que cuando agregamos todos estos ingredientes hacemos una mezcla homogénea, la cual consiste en que ninguno de los ingredientes se puede identificar. Cuando mezclamos todos los ingredientes y lo ponemos a calentar en el horno, las proteínas de leche se van a ver afectadas por el bicarbonato, cambiándole el color y controlando la acidez para que no se corte y no se den los grumos. El azúcar, al calentarse con la leche, genera las reacciones de Maillard.*

Por su parte, los participantes de educación básica primaria utilizaron términos más sencillos y concretos en ambas preguntas, como "se cuaja" o "se vuelve quesito" lo que evidencia que identificaron cambios como el corte de la leche, siendo sus explicaciones menos detalladas. Esto refleja que, si bien en educación básica primaria mejoró la comprensión tras la experiencia, la explicación detallada no alcanzó el de educación superior, lo cual se esperaba debido a su nivel educativo.

Por otro lado, en términos de autonomía, los participantes de educación superior se centraron en justificar el fenómeno para explicar la elaboración del producto y discutieron aspectos adicionales como el contenido de grasa, azúcar y sal, así como consideraciones sobre la conservación del producto y su almacenamiento (EU5), mientras que los de educación básica primaria destacaron haber realizado su producto sin ayuda de un adulto (EF7), lo que promueve la confianza y el desarrollo de habilidades motoras y, aunque se mencionaron ingredientes y el proceso de preparación, las explicaciones fueron más breves y no abordaron con la misma profundidad temas como la química detrás del proceso. Este contraste refleja cómo la autonomía se ajusta a las necesidades de cada nivel educativo.

Lo anterior, es explicado por algunas investigaciones que indican que, en educación primaria, el enfoque está en la independencia y en la autoeficacia a través de la práctica, mientras que en niveles superiores se prioriza la profundización conceptual y la capacidad de argumentar con base científica (Morales y Delgadillo, 2021). Adicionalmente, con respecto a esta autonomía en el aprendizaje, estudios recientes indican que los proyectos colaborativos fomentan habilidades

de resolución de problemas y fortalece la motivación intrínseca de los estudiantes (González-González, 2020) lo cual se evidenció en los resultados de este estudio en ambos contextos.

## 6 Conclusiones

El uso del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) en ambos contextos permite que desde el diseño curricular se contemplen las necesidades y capacidades de los estudiantes, alineándose con los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA). El DUA sugiere ofrecer múltiples formas de representación, lo cual se logró a través de la experimentación directa con la leche y su transformación en sus derivados, permitiendo que los estudiantes pudieran participar activamente.

En ambos casos, se trabajaron competencias STEM, ya que los estudiantes aplicaron conceptos científicos como las reacciones químicas, habilidades tecnológicas al manipular los ingredientes y herramientas, y competencias matemáticas al medir cantidades y tiempos. Sin embargo, la profundidad y abstracción del conocimiento varió según el nivel educativo, lo que refleja cómo la ABPy y el DUA permiten ajustar los procesos de enseñanza y de aprendizaje a distintos contextos y niveles de desempeño.

Por lo tanto, la implementación del ABPy en conjunto con STEM y DUA permitió a los participantes de ambos niveles avanzar en la comprensión científica en su contexto educativo, ya que, en educación superior se adquirió una comprensión más técnica y en educación básica primaria interiorizaron conceptos científicos a través de la práctica.

Asimismo, el ABPy incide de manera significativa en criterios tales como motivación y participación, autonomía en el aprendizaje, trabajo colaborativo y explicación de fenómenos científicos, ya que, en estos dos contextos se muestran impactos que impulsan mejoras continuas en estos criterios que, junto con el STEM y el DUA, ha sido clave para garantizar un aprendizaje accesible (Márquez y García, 2022).

La evolución en la competencia explicación de fenómenos en ambos contextos es explicada a través de la incidencia del ABPy que fomenta la comprensión profunda y tiene un impacto significativo en el nivel de desempeño de los estudiantes, ya que promueve estrategias de aprendizaje activo y contextualizado.

En este sentido, al trabajar en la resolución de problemas, como la creación de un producto lácteo, los estudiantes no solo aplicaron sus conocimientos científicos, sino que los integraron en situaciones prácticas, lo que les permitió alcanzar una comprensión más profunda de los fenómenos, lo cual fortaleció los beneficios del ABPy en ambos contextos.

La convergencia del desarrollo de la competencia explicación de fenómenos, a través de la aplicación de ABPy en ambos niveles educativos radica en que ambos grupos comprendieron conceptos sobre reacciones químicas y cambios físicos a través del proceso de elaboración del producto lácteo. Igualmente, es claro que en educación primaria se prioriza la independencia y la autoeficacia mediante la práctica, mientras que en niveles superiores se enfoca en la profundización conceptual y la capacidad de argumentar científicamente (Morales y Delgadillo, 2021).

Por otro lado, es importante destacar que el uso de la rúbrica que evidencia los niveles de desempeño facilitó la evaluación del desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos en los distintos niveles educativos. Esta herramienta permitió analizar de manera objetiva y crítica el proceso de adquisición de dicha competencia, visibilizando los logros alcanzados por cada estudiante, proporcionando una visión clara de su progreso.

En conclusión, el ABPy articula los enfoques DUA y STEM a las necesidades y niveles de los estudiantes, lo que a su vez impacta en la promoción de la motivación, la participación y el aprendizaje activo, garantizando un aprendizaje accesible y significativo en ambos contextos.

## 7 Recomendaciones

*Lactociencia: Un Camino Accesible hacia la Educación Convergente entre la Escuela y la Universidad* es una investigación que promueve el uso del ABPY y los principios del DUA, con el fin de fortalecer las competencias científicas de los estudiantes en el área de ciencias naturales, en este caso en particular, la competencia explicación de fenómenos. Es por ello que, para implementar este método en futuras investigaciones, se hacen las siguientes recomendaciones con el objetivo de promover una educación para todos.

Como primera recomendación, es fundamental implementar metodologías activas en todos los niveles educativos, dado que estas favorecen un aprendizaje más participativo y promueven la implicación activa de los estudiantes en su propio proceso educativo. Estas metodologías desarrollan diversas habilidades y competencias esenciales, tales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la colaboración, el trabajo en equipo, así como la autonomía y la responsabilidad. Además, fomentan el compromiso y la motivación, enriqueciendo la experiencia educativa en su conjunto. Al adoptar este enfoque, se preparan a los estudiantes para enfrentar los desafíos que encontrarán en sus futuras vidas académicas y profesionales.

También es importante poner en consideración que el DUA, también sea aplicado en educación superior, ya que, según el Ministerio de Educación Nacional (2017) en el decreto 1421 en el artículo 2.3.3.5.2.1.2 se menciona que esta propuesta pedagógica debe ser aplicada en todo el país en las instituciones que imparten educación para adultos, ya sean públicas o privadas. Si bien esta normativa abarca unos varios niveles de educación, no evidencia que debe aplicarse en educación superior.

Por consiguiente, es necesario comenzar a implementar el DUA en las aulas universitarias, ya que esta propuesta proporciona herramientas que permiten a los profesores crear experiencias de aprendizaje accesibles para todos los estudiantes. Fomentando la inclusión, el DUA ofrece diversas formas de participación y representación, adaptándose a las necesidades individuales de cada estudiante (CAST, 2018; Meyer, *et al.*, 2014). Al implementarlo, los profesores pueden planear sus clases que no solo se centren en el contenido, sino también en el proceso de aprendizaje, asegurando que todos los estudiantes tengan la oportunidad de alcanzar el éxito académico (Meyer, *et al.*, 2014).

Por otro lado, es fundamental que, en la Facultad de Educación, se establezcan conexiones sólidas con las escuelas para fomentar un trabajo colaborativo entre ambos entornos. Esto permitirá que la Universidad adopte las estrategias didácticas utilizadas en el ámbito escolar, brindando así a los estudiantes de educación superior una comprensión más profunda de los contenidos. Al mismo tiempo, en educación básica, se podrá abordar temas que, aunque aparentemente complejos, se presentarán de manera accesible, sin restar valor al conocimiento que se imparte. Esta sinergia entre la academia y la práctica escolar no solo enriquecerá la formación de futuros educadores, sino que también mejorará la calidad de la enseñanza en ambos contextos.

Finalmente, se recomienda el uso de la rúbrica implementada en esta investigación ya que, esta herramienta permite un análisis objetivo y crítico del proceso de adquisición de dicha competencia de manera transversal, ya que se puede aplicar en diferentes contextos, áreas y niveles educativos, destacando los logros alcanzados por cada estudiante y proporcionando una visión clara de su progreso. Implementar rúbricas no solo mejora la calidad de la evaluación, sino que también contribuyen a una retroalimentación orientada al aprendizaje, favoreciendo el desarrollo integral de los estudiantes.

## Referencias

- Acuerdo 02 de 2020, Por el cual se actualiza el modelo de acreditación en alta calidad. Julio 1 de 2020. [https://www.cna.gov.co/1779/articles-402848\\_documento.pdf](https://www.cna.gov.co/1779/articles-402848_documento.pdf)
- Agencia de Calidad de la Educación. (2023). Ficha de trabajo: Área socioemocional - Motivación por aprender y participar. [https://bibliotecadigital.mineduc.cl/bitstream/handle/20.500.12365/4544/Autoestima\\_academica\\_y\\_motivacion\\_escolar.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.mineduc.cl/bitstream/handle/20.500.12365/4544/Autoestima_academica_y_motivacion_escolar.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Agreda, M., Ortiz, A., & Trujillo, J. (2016). Adquisición de competencias STEAM: propuesta didáctica en el Grado de Educación Primaria de las Facultades de Ciencias de la Educación de Jaén y Granada. En Roig-Vila, R. (Ed.), *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza aprendizaje* (pp. 23-31). Octaedro. <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/61787>
- Araya, R. A. (2016). STEM y Modelamiento matemático. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, (15), 291-317. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/23838/24006>
- Argüello-Guevara, V. (2021). Metodología Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas aplicada al Proceso de Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Naturales. *Revista Docentes* 2.0, 12(1), 61–70. <https://doi.org/10.37843/rted.v1i1.256>
- Ausin, V., Abella, V., Delgado, V. y Hortiguera, D. (2016) Aprendizaje Basado en Proyectos a través de las TIC: Una Experiencia de Innovación Docente desde las Aulas Universitarias. *Formación universitaria*, 9(3), 31-38. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062016000300005>.
- Ayala de la Peña, A, De Haro Rodríguez, R., y Serna, R. (2023). Barreras que menoscaban la inclusión en las culturas y políticas educativas del centro escolar. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 26(2), 179-191. <https://doi.org/10.6018/reifop.560121>
- Barrios Poloche, N y Lozano Valdés, M. (2018). Análisis de la competencia científica explicación de fenómenos como punto de partida en la caracterización de la enseñanza de las ciencias naturales con estudiantes del grado quinto de la Institución Educativa Central Sede San Carlos del municipio de Saldaña Tolima. Ibagué: Universidad del Tolima, 2018. <https://repository.ut.edu.co/handle/001/2579>
- Blanco, C. (2017). *Encuesta y estadística: métodos de investigación cuantitativa en Ciencias Sociales y Comunicación* (1st ed.). Editorial Brujas. <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1319/1/Blanco-%20metodos%20de%20investigaci%C3%B3n.pdf>
- Botero, J. (2018). Educación STEM: Introducción a una nueva forma de enseñar y aprender. *STEM Educación Colombia*. [www.stemedemucol.com](http://www.stemedemucol.com)
- Buck Institute for Education (2003). What is PBL?. <https://www.pblworks.org/what-is-pbl>

- Buitrago, L. M., Laverde, G. M., Amaya, L. Y., y Hernández, S. I. (2022). Pensamiento Computacional y Educación STEM: Reflexiones para una Educación Inclusiva desde las Prácticas Pedagógicas. *Panorama*, 16(30). <https://doi.org/10.15765/pnrm.v16i30.3134>
- Calvopiña, C. E., Chávez, C. E., Barba, A. G., Martínez, L. Y., y Guanoquiza, W. F. (2017). Formación de valores en la educación inclusiva en la universidad contemporánea. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 8(4), 221-228. <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didasgalia/article/view/663>
- Cano, L., Montes, D. y Díaz, V. (2020). Experiencias STEM+H en instituciones educativas de Medellín: factores que prevalecen en su implementación. *Sociología y tecnociencia*, 11(1). 1-22. DOI: [https://doi.org/10.24197/st.Extra\\_1.2021.1-22](https://doi.org/10.24197/st.Extra_1.2021.1-22)
- Carmona, J.A., Arias, J., y Villa, J. A. (2019). Formación inicial de profesores basada en proyectos para el diseño de lecciones STEAM. *Repositorio Funes*. [http://funes.uniandes.edu.co/14270/1/Carmona%2C\\_Arias%2C\\_Villa\\_-\\_2019\\_-\\_Formaci%C3%B3n\\_inicial\\_de\\_profesores\\_basados\\_%E2%80%8B%E2%80%8Ben\\_proyectos\\_para\\_el\\_dise%C3%B1o\\_de\\_lecciones\\_STEAM.pdf](http://funes.uniandes.edu.co/14270/1/Carmona%2C_Arias%2C_Villa_-_2019_-_Formaci%C3%B3n_inicial_de_profesores_basados_%E2%80%8B%E2%80%8Ben_proyectos_para_el_dise%C3%B1o_de_lecciones_STEAM.pdf)
- Carmona, J. A., Cardona, M. E., y Castrillón, A. (2020). Estudio de fenómenos físicos en la formación inicial de profesores de Matemáticas. Una experiencia con enfoque STEM. *Unipluriversidad*, 20(1), 18–38. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.20.1.02>
- Carrillo, M., Padilla., Rosero, T., Villagómez, M.S. (2009) La motivación y el aprendizaje ALTERIDAD. *Revista de Educación*, 4, (2), 20-32 Redalyc. La motivación y el aprendizaje ¿??
- Celis, D., y González, A. (2021). Aporte de la metodología Steam en los procesos curriculares. *Revista Boletín Redipe*, 10(8), 279–302. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i8.1405>.
- Chamizo, J. A. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 26-41. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92013011003.pdf>
- Chona, G., Arteta J., Fonseca, G., Ibáñez, X., Martínez, S., Pedraza, M., y Gutiérrez, M. (2006) ¿Qué competencias científicas desarrollamos en el aula? *Revista TE Tecné, Episteme y Didaxis*, (20), 62-79. <https://doi.org/10.17227/ted.num20-1061>
- Churches, A. (2009). *Taxonomía de Bloom para la era digital*. eduteca.Universidad ICESI. <https://eduteka.icesi.edu.co/articulos/taxonomiabloomdigital>
- Cifuentes, R. (2014). Acompañar la formación investigativa investigando. En Actas. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. *Centro Interdisciplinario de Metodología de las Ciencias Sociales*. [https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.8223/ev.8223.pdf](https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8223/ev.8223.pdf)
- Colombia Aprende. (2023, 10 de enero). *Enfoque educativo STEM+ para Colombia*. <https://www.colombiaaprende.edu.co/contenidos/coleccion/stemColombia>
- Concari, S. B. (2001). Las teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias. *Ciência & Educação*, 7(01), 85-94. <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/S8YNmm7XZkLn4rrwD8psPCw/?format=pdf&lang=es>

- Córdova, A., Velásquez, M., y Arenas, L. (2016). El rol de la argumentación en el pensamiento crítico y en la escritura epistémica en biología e historia: aproximación a partir de las representaciones sociales de los docentes. *Alpha (Osorno)*, (43), 39-55.
- Cortés, M., Ferreira, C., y Arias, A. R. (2021). Fundamentos del Diseño Universal para el aprendizaje desde la perspectiva internacional. *Revista brasileira de educação especial*, 27. <https://doi.org/10.1590/1980-54702021v27e0065>
- Cotán, A. (2016) El Sentido de la Investigación Cualitativa. *Escuela Abierta*, 19, 33-48 [https://www.ceuandalucia.es/escuelaabierta/pdf/articulos\\_ea19/EA19-sentido.pdf](https://www.ceuandalucia.es/escuelaabierta/pdf/articulos_ea19/EA19-sentido.pdf)
- Covarrubias Pizarro, P. (2019). Barreras para el aprendizaje y la participación: una propuesta para su clasificación. *Desarrollo Profesional Docente: reflexiones de maestros en servicio en el escenario de la Nueva Escuela Mexicana* (pp. 135-157). Escuela Normal Superior Profr. José E. Medrano R. [https://seduc.edomex.gob.mx/sites/seduc.edomex.gob.mx/files/files/alumnos/educaci%C3%B3n%20especial/23-TP04\\_2\\_05\\_Covarrubias.pdf](https://seduc.edomex.gob.mx/sites/seduc.edomex.gob.mx/files/files/alumnos/educaci%C3%B3n%20especial/23-TP04_2_05_Covarrubias.pdf)
- Albéniz-Iturriaga, A., Pedrero, E., y Molina, B. (2021). Iniciación al Aprendizaje Basado en Proyectos. Universidad de la Rioja. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=785222>
- De Pro Bueno, A. J. (2012). Deben enseñarse los conceptos y teorías científicas imprescindibles para elaborar explicaciones básicas sobre el mundo natural. *Dialnet*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4619993>
- Presidencia de la República de Colombia. (2017). Decreto 1421 de 2017: *Por el cual se reglamenta en el marco de la Educación Inclusiva la atención educativa a la población con discapacidad*. <https://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201421%20DEL%2029%20DE%20AGOSTO%20DE%202017.pdf>
- Díez, P. A. (2013). Sobre la interpretación:(I) Teoría de la acción. *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*, 33(117), 47-66.
- Dinarte, G. A. (2011). La metodología indagatoria: una mirada hacia el aprendizaje significativo desde "Charpack y Vygotsky". *Intersedes: Revista de las sedes regionales*, 12(23), 133-144.
- Educarchile (2020) *Argumentación filosófica*. <https://www.educachile.cl/recursos-para-el-aula/filosofia-argumentacion.filosofica-1>
- Fernández Batanero, J. M. (2013). Competencias docentes y educación inclusiva. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 15(2), 82-99 <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/445>
- Fernández, A. y Durán, D. (2020). Actuar-Enseñar entre la Diversidad: Construyendo Educación Inclusiva en Atacama. *Revista Internacional De Educación Para La Justicia Social*, 9(2), 71–88. <https://doi.org/10.15366/riejs2020.9.2.004>
- Ferrada, C. Díaz-Levicoy, D. Puraivan, E. (2022). Aula en un ambiente STEM: una oportunidad para la innovación. *Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes*. (3). 1-12.

- [https://www.researchgate.net/publication/362108782\\_Aula\\_en\\_un\\_ambiente\\_STEM\\_una\\_oportunidad\\_para\\_la\\_innovacion](https://www.researchgate.net/publication/362108782_Aula_en_un_ambiente_STEM_una_oportunidad_para_la_innovacion)
- Ferrada, C. Díaz-Levicoy, D. Salgado-Orellana, N. (2018). Análisis de actividades STEM en libros de texto chilenos y españoles de Ciencias. *Revista de Pedagogía*, 39 (105), 111-130. [https://www.researchgate.net/publication/334045698\\_Analisis\\_de\\_actividades\\_STEM\\_en\\_libros\\_de\\_texto\\_chilenos\\_y\\_espanoles\\_de\\_Ciencias](https://www.researchgate.net/publication/334045698_Analisis_de_actividades_STEM_en_libros_de_texto_chilenos_y_espanoles_de_Ciencias)
- Ferrada, C. Díaz-Levicoy, D. y Carrillo, F. (2021). Integración de las actividades STEM en libros de texto. *Revista Fuentes*, 23(1), 91-107. <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2021.v23.i1.8878>
- Fitzgerald, D., y Ausubel, D. P. (1963). Cognitive versus affective factors in the learning and retention of controversial material. *Journal of Educational Psychology*, 54(2), 73.
- Frade Rubio, L.G. (2009) *Planeación por competencias* <https://secc9sntedesarrolloprofesional.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/11/18-fradelaura-planeacion-por-competencias.pdf>
- Galeano, M. E. (2020). *Diseño de proyectos en la investigación cualitativa*. Universidad Eafit. <https://luisdoubrontg.school.blog/wp-content/uploads/2022/06/galeano-diseno-de-investigacion-cualitativa.pdf>
- CAST. (2018). *Universal Design for Learning Guidelines 3.0*. <https://www.cast.org/>
- Crispín Bernardo, M. L., Doria Serrano, M. C., Rivera Aguilera, A. B., De la Garza Camino, M. T., Carrillo Moreno, S., Guerrero Guadarrama, L., Patiño Domínguez, H., Caudillo Zambrano, L., Fregoso Infante, A., Martínez Sánchez, J., Esquivel Peña, M., Loyola Hermosilla, M., Costopoulos de la Puente, Y., & Athié Martínez, M. J. (2011). Aprendizaje autónomo: orientaciones para la docencia. Universidad Iberoamericana [https://biblioteca.clacso.edu.ar/Mexico/dcsyp-uia/20170517031227/pdf\\_671.pdf](https://biblioteca.clacso.edu.ar/Mexico/dcsyp-uia/20170517031227/pdf_671.pdf)
- Giraldo Macías, C. F. (2019). El aprendizaje basado en proyectos (ABPy) y su aporte al aprendizaje significativo de la electricidad desde una mirada crítica. (Tesis doctoral Universidad de Burgos) Tesis Ciencias de la Educación <https://riubu.ubu.es/handle/10259/5403>
- Gómez, M. A., Rodríguez, G., Ibarra, M.S. (2013) Desarrollo de las Competencias Básicas de los Estudiantes de Educación Superior Mediante la E-Evaluación Orientada Al Aprendizaje Relieve. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 19(1),1- 17
- González, F., Martín-Pastor, E., y Poy, R. (2019). Educación inclusiva: Barreras y facilitadores para su desarrollo. Un estudio desde la percepción del profesorado. Profesorado, *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 23(1), 243-263. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i1.9153>
- González-González, C. S. (2020). Fostering Problem-Solving Skills through Project-Based Learning: Autonomy and Motivation in Collaborative Environments. *Journal of Educational Research*, 135(2), 85-101.

- González-Román, D. T. y Martínez-Pérez, L. F. (2022) Enseñanza de las Ciencias Naturales para la Inclusión: Un Análisis Bibliométrico de Literatura Especializada. *Sisyphus - Journal of Education*, 10(3), 12-32. <https://www.redalyc.org/journal/5757/575774221002/html/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (P. Baptista Lucio, Ed.; 6th ed.). México: McGraw Hill Education McGraw-Hill Education. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Hernández, C. (2005). ¿Qué son las competencias científicas? *Foro educativo nacional*, 1, 1-30. [http://artemisa.unicauca.edu.co/~gerardorengifo/Documentos/ExperimentacionI/2018\\_Exp\\_IP\\_lectura%20CompetenciasEval30por.pdf](http://artemisa.unicauca.edu.co/~gerardorengifo/Documentos/ExperimentacionI/2018_Exp_IP_lectura%20CompetenciasEval30por.pdf)
- Instituto Colombiano para la Evaluación de La Educación (2019) Prueba de ciencias naturales Saber 11. <https://www.studocu.com/co/document/universidad-de-santander/ciencias-sociales-6/marco-de-referencia-prueba-de-ciencias-naturales-saber-11/52674221>
- Instituto Colombiano para la Evaluación de La Educación (2020) Marco de Referencia para la Evaluación de Ciencias Naturales y Educación Ambiental. <https://es.studenta.com/content/133002236/marco-de-referencia-ciencias-naturales-y-educacion-ambiental-saber-3-5-9>
- Karlin, M., y Viani, N. (2001). Project-based learning. Medford, OR: Jackson *Education Service District*. Retrieved July 9, 2002
- Laitón, E.V., Gómez, S.E., Sarmiento, R.E., y Mejía, C. (2017) Competencia de prácticas inclusivas: las TIC y la educación inclusiva en el desarrollo profesional docente. *Sophia* 13 (2): 82-95 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulocodigo=6068393>
- Ley 115 de 1994, por la cual se expide la Ley General de Educación. (1994, 8 de febrero). Diario Oficial No. 41.214. [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf)
- Ley 1346 de 2009, por medio de la cual se aprueba la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad. Julio 31 de 2009. D.O. No. 47427. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=37150>
- López Martínez, A. (2016). La motivación y el trabajo por proyectos para el aprendizaje de las matemáticas en Educación Primaria.
- López, G., y Acuña, S. (2021). Aprendizaje cooperativo en el aula. *Inventio*, 7(14), 29–38. Recuperado a partir de <https://inventio.uaem.mx/index.php/inventio/article/view/422>
- López, Z.C. (2015). La enseñanza de las ciencias naturales desde el enfoque de la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación ASCTI en educación básica – media. *Revista Científica*, 22, 75-84. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2015.22.a6>
- Maldonado Pérez, M., (2008). Aprendizaje Basado en Proyectos Colaborativos. Una experiencia en educación superior. *Lauro*, 14 (28), 158-180.

- Márquez, A., García J. B. Metodologías activas y diseño universal para el aprendizaje. Influencia de las pautas DUA en el diseño de tareas, actividades y/o ejercicios de aula. *JONED. Journal of Neuroeducation*. 2022; 3(1): <https://doi.org/10.1344/joned.v3i1.39661>
- Matienzo, R. (2020). Evolución de la teoría del aprendizaje significativo y su aplicación en la educación superior. *Dialektika: Revista de Investigación Filosófica y Teoría Social*, 2(3), 17-26.
- Medina, H. M. (2021). Las habilidades sociales, factor clave para una interacción efectiva. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(2), 3-16.
- Medina-Nicolalde, M. A., y Tapia-Calvopiña, M. P. (2017). El aprendizaje basado en proyectos una oportunidad para trabajar interdisciplinariamente. *Revista científica Olimpia*, 14(46), 236-246
- Meyer, A., Rose, D.H., & Gordon, D. (2014). *Universal design for learning: Theory and Practice*. Wakefield, MA: CAST Professional Publishing. <https://www.cast.org/products-services/resources/2014/universal-design-learning-theory-practice-udl-meyer>.
- Ministerio de Educación Nacional (2018). Educación inclusiva. <https://www.mineduacion.gov.co/portal/micrositios-preescolar-basica-y-media/Direccion-de-Calidad/Gestion-Institucional/374740:Educacion-inclusiva#:~:text=Es%20un%20proceso%20permanente%20que,misma%20edad%2C%20en%20un%20ambiente>
- Ministerio de Educación Nacional, Organización de Estados Iberoamericanos, y Parque Explora. (2021). *Visión STEM+*. [https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files\\_public/2022-08/Documento%20Visio%CC%81n%20STEM%2B.pdf](https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-08/Documento%20Visio%CC%81n%20STEM%2B.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). ¿Qué son los estándares? <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-87440.html>
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). Estándares básicos de competencia [https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-340021\\_recurso\\_1.pdf](https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-340021_recurso_1.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional. (2013). Lineamientos política de educación superior inclusiva. [https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-357277\\_recurso.pdf](https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-357277_recurso.pdf)
- Molina, J. (2023). Aportes de la educación STEM a la enseñanza de las Ciencias en Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 1520-1528. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i3.6292](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6292)
- Morales, M., y Delgadillo, J. (2021). Autonomía y Aprendizaje Colaborativo en la Educación Superior: Un Estudio Comparativo. *Revista de Innovación Educativa*, 12(1), 45-62.
- Moreno, Y., y Ramos, R. (2021). Aulas inclusivas y atención a la diversidad - Un estudio de caso I.Ed La Paz apartadó Antioquia. *Revista de educación inclusiva*, 14(2), 169 - 205.
- Naciones Unidas (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

- Nagel, E. (1961). *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation*. New York: Harcourt, Brace and World. v.e. *La Estructura de la ciencia*.
- Ortiz García, C. D. (2020). Experiencias de familias en relación con su participación en la educación inclusiva de niños y niñas con discapacidad. *Uni-pluriversidad*, 20(2), 1-20. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.20.2.016>
- Parrilla, A. (2002) Acerca del origen y sentido de la Educación inclusiva. *Revista de educación*, 327, 11-30 <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/detalle.action?cod=10520>
- Pastor, A. C. (2018). Diseño Universal para el Aprendizaje un modelo didáctico para proporcionar oportunidades de aprender a todos los estudiantes. *Revista Padres y Maestros*, 374, 21- 27 <https://doi.org/10.14422/pym.i374.y2018.003>.
- Pastor, A. C. (2019). Diseño Universal para el Aprendizaje un modelo teórico-práctico para una educación inclusiva de calidad. *Participación educativa*, 6(9), 55-68 <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/disenio-universal-para-el-aprendizaje-un-modelo-teorico-practico-para-una-educacion-inclusiva-de-calidad/ensenanza-politica-educativa/23952>
- Pastor, C. A., Sánchez, P., Sánchez, J., y Zubillaga, A. (2013). *Pautas sobre el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA)*. Traducción al español, Versión, 2.
- Pastor, C.A., Sánchez, J.M., y Zubillaga, A. (2011) *Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) Pautas para su introducción en el currículo*. [https://www.educadua.es/doc/dua/dua\\_pautas\\_intro\\_cv.pdf](https://www.educadua.es/doc/dua/dua_pautas_intro_cv.pdf)
- Patton, A. (2012) *Work that Matters: The teacher's guide to project-based learning*, London: Paul Hamlyn Foundation.
- Peña, B. E., y Hurtado, Y. (2022). Educación inclusiva: discapacidad, representaciones e interacción social en la universidad. *Revista Latinoamericana Ogmios: RLO Científica*, 2(5), 421- 435. <https://doi.org/10.53595/rlo.v2.i5.045>
- Pérez, M. M. (2007). El trabajo colaborativo en el aula universitaria. *Laurus*, 13(23), 263-278. <https://www.redalyc.org/pdf/761/76102314.pdf>
- Polanco Hernández, A., (2005). La motivación en los estudiantes universitarios. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 5(2), 1-13. <https://www.redalyc.org/pdf/447/44750219.pdf>
- Pontes Pedrajas, A. (2021). Evaluación de conocimientos previos de estudiantes universitarios sobre electrocinética e implicaciones para la enseñanza y el aprendizaje de modelos científicos. En *IN-RED 2020: VI Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Editorial Universitat Politècnica de València. 505-515. <https://doi.org/10.4995/INRED2020.2020.11948>
- Pozo, J., y Gómez, I. (2006). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Morata. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=aTo6TMfVEIgc&oi=fnd&pg=PA111&dq=htt>

[ps://www.terras.edu.ar/biblioteca/6/TA\\_Pozo\\_Unidad\\_3.pdf&ots=HmM8zMwZWl&sig=UL0gulezsYg8hbStbq5CSGZX9o8#v=onepage&q&f=false](https://www.terras.edu.ar/biblioteca/6/TA_Pozo_Unidad_3.pdf&ots=HmM8zMwZWl&sig=UL0gulezsYg8hbStbq5CSGZX9o8#v=onepage&q&f=false)

- Regalado-Méndez, A., Delgado-Vidal, F. K., Martínez-López, R. E. y Peralta-Reyes, E. (2014) Balanceo de Ecuaciones Químicas Integrando las Asignaturas de Química General, Álgebra Lineal y Computación: Un Enfoque de Aprendizaje Activo. *Formación Universitaria*, 7(2), 29-40 <https://www.redalyc.org/pdf/3735/373534462005.pdf>
- Rendón, M. A., Gallego, T.M., Cuartas, A.E., Cely, I.L. y Vergara, G.B. (2021) *La formación lógica, científica e investigativa*. [revistas.udea.edu.co/index.php/cp/article/download/346056/20805226?inline=1](http://revistas.udea.edu.co/index.php/cp/article/download/346056/20805226?inline=1)
- Revelo, O., Collazos, C.A., Jiménez, J.A. (2018) El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: una revisión sistemática de literatura, *Tecno Lógicas*, 21(41), 115-134 <https://www.redalyc.org/journal/3442/344255038007/html/>
- Robles, A. (2019) La Formación del Pensamiento Crítico: Habilidades Básicas, Características y Modelos de Aplicación en Contextos Innovadores *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 4(2), 13-24
- Rodríguez Palmero, M. L. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. IN. *Investigación e Innovación Educativa e Socioeducativa*, 3(1), 29-50.
- Rojas, A., y Hernández, I. (2022). Lineamientos y prácticas de educación inclusiva en la universidad. *Zona Próxima*, 37, 99-121. <https://dx.doi.org/10.14482/zp.37.371.596>
- Ros, J.A. (2006) Análisis de roles del trabajo en equipo: un enfoque centrado en comportamientos. (Tesis doctoral Universitat autònoma de Barcelona) Departament de Psicologia de la Salut i de Psicologia Social <http://www.tdx.cat/TDX-0307107-154817>
- Rose, D. H., & Meyer, A. (2002). *Teaching Every Student in the Digital Age: Universal Design for Learning*. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Ruiz Perilla, D. K., Pérez Saldaña, J. G. (2012). Aprendizaje experiencial, una herramienta estratégica en el desarrollo de competencias organizacionales.
- Santillán-Aguirre, J. P., Santos-Poveda, R. D., Jaramillo-Moyano, E. M., y Cadena – Vaca, V. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Polo del conocimiento*. 48(5), 467-492. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i8.1599>
- Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M. y Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM Education. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 13. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1>
- Simón, C., y Barrios, A. (2019). Las familias en el corazón de la educación inclusiva. *Aula Abierta*, 48(1), 51–58. <https://doi.org/10.17811/rifie.48.1.2019.51-58>
- Stake, R. E. (1995). Qualitative case studies. En N. K. Denzin y Y. S. Lincoln, *The Sage handbook of qualitative research*. 443–466.

- Stake, R. E. (2005). Qualitative case studies. En N. K. Denzin y Y. S. Lincoln (Eds.3), *The Sage handbook of qualitative research*. 443–466.
- Swartz, R. J., Costa, A. L., Beyer, B. K., Reagan, R., & Kallick, B. (2008). *El aprendizaje basado en el pensamiento: Cómo desarrollar en los alumnos las competencias del siglo XXI*. Ediciones SM. <https://aprenderapensar.net/wp-content/uploads/2013/05/Elaprendizaj-basadoenelpensamiento.pdf>
- Tardif, J. (2008). Desarrollo de un programa por competencias: De la intención a su implementación. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 12, 3. <https://www.ugr.es/~recfpro/rev123ART2.pdf>
- Thomas, J.W. (2000). A review of research on project-based learning. San Rafael, CA: Autodesk Foundation. [http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL\\_Research.pdf](http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf)
- Toledo, P., y Sánchez, J. M. (2018). Aprendizaje basado en Proyectos: Una experiencia universitaria. *Profesorado, Revista De Currículum y Formación del Profesorado*, 22(2), 471–491. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v22i2.7733>
- UNESCO. (2005) Guidelines for Inclusion. Ensuring Access to Education for All. Paris: Editor <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000140224>
- UNESCO. (2020) Informe de seguimiento de la educación en el mundo: Inclusión y educación. <https://doi.org/10.54676/WWUU8391>
- Universidad de Antioquia. (2023). *Plan de estudios de la licenciatura en ciencias naturales*. Facultad de Educación. <https://acortar.link/wOqf6O>
- Vasilachis, I., Ameigeiras, A. R., Chernobilsky, A. B., Giménez, V., Mallimaci, F., Mendizábal, N., Neiman, G., Quaranta, G, y Soneira, A. J. (2006) *Estrategias de investigación cualitativa*. Gedisa.<https://investigacionsocial.sociales.uba.ar/wpcontent/uploads/sites/103/2013/03/Estrategias-de-la-investigacin-cualitativa-1.pdf>
- Villoria Nolla, M., & Barroso, E. (2023). La autonomía del aprendizaje como factor clave del proceso de construcción del conocimiento. *EduSol*, 23(83), 180-192. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-80912023000200180&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-80912023000200180&lng=es)
- Viviescas, A. X. G. y Sacristán, Y. A. M. (2020). La experimentación en las ciencias naturales y su importancia en la formación de los estudiantes de básica primaria. *Bio-grafía*, 13(24). <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.12.num24-10361>

**Anexos**

En este apartado se encuentran todos los anexos usados en este trabajo de investigación

