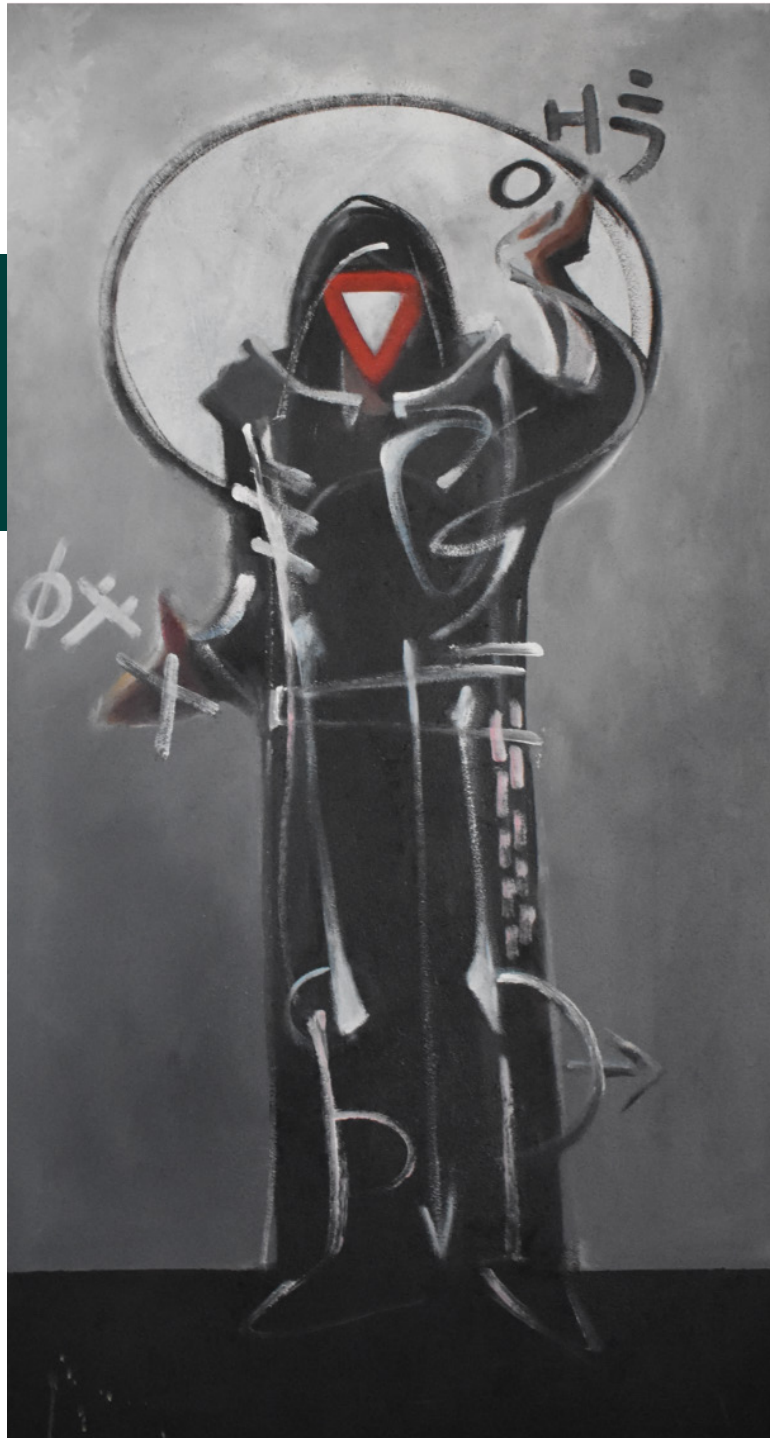


*Maestro Hernando
Carrizosa Ochoa
Sin Titulo/2022*





Implementación de una ruta de experimentación

como estrategia en la enseñanza de las ciencias naturales del colegio jorbalán de chía

Santiago Velásquez Murcia

*Licenciatura en Ciencias Naturales / Universidad de La Sabana
santiagovemu@unisabana.edu.co*

Adriana Janneth Acevedo Andrade

*Docente de Práctica Pedagógica II de Licenciatura en Ciencias Naturales. Facultad de Educación de la Universidad de La Sabana
adriana.acevedo@unisabana.edu.co*

Jenny Natalia Castiblanco Valbuena

*Docente de Ciencias Naturales del Colegio Jorbalán de Chía
nataliac.jorbalan@gmail.com*

RESUMEN

La presente investigación se enmarca en el ejercicio de práctica pedagógica de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Facultad de Educación de la Universidad de La Sabana, desarrollado en el Colegio Jorbalán de Chía. Este estudio tuvo como objetivo desarrollar habilidades de pensamiento científico en los estudiantes a partir de la implementación de una ruta experimental en las clases de ciencias naturales. Esta estrategia establece unas etapas secuenciales, de acuerdo con lo establecido en el método científico, junto con indicadores de avance para cada habilidad implicada. El ejercicio se fundamenta en un enfoque cualitativo de alcance descriptivo, orientado desde los principios de la investigación-pedagógica y la metodología de Lesson Study como ejercicio de reflexión colaborativo de la práctica docente. El trabajo en aula se llevó a cabo en tres momentos: diagnóstico de competencias científicas y percepciones de los estudiantes, pilotaje de sesiones prácticas e implementación de la ruta experimental con tres grupos distintos en los diferentes niveles educativos (primaria, bachillerato y media vocacional). El análisis permite establecer unos avances en los procesos de pensamiento y conceptualizaciones más acertadas respecto a los fenómenos estudiados durante las sesiones. En este sentido, la experimentación se presenta como una oportunidad para potenciar habilidades científicas a partir de experiencias significativas de aprendizaje en el área de ciencias naturales.

PALABRAS CLAVE

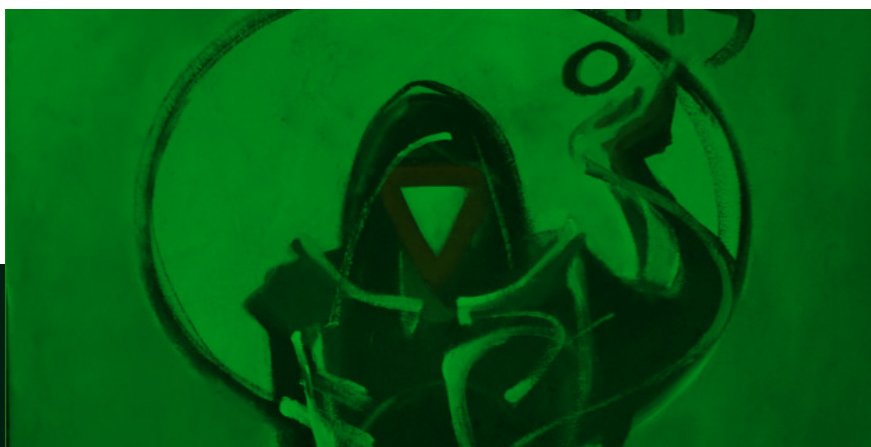
Experimentación, Enseñanza de las ciencias naturales, Habilidades de pensamiento científico, Práctica de enseñanza

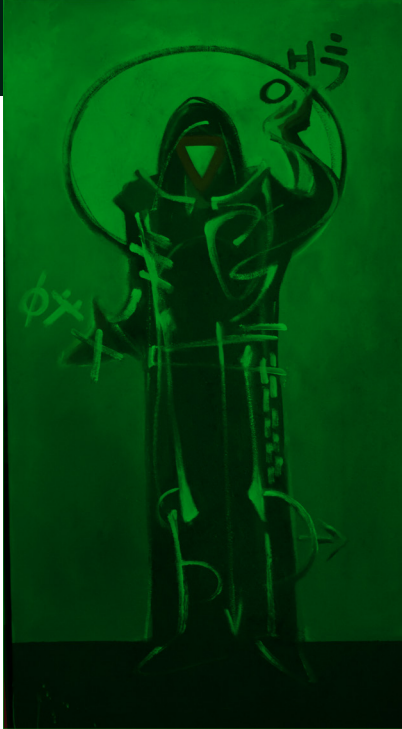
ABSTRACT

The present research is framed in the pedagogical practice exercise of the bachelor's degree in Natural Sciences of the Faculty of Education of the Universidad de La Sabana, developed at the Colegio Jorbalán de Chía. The objective of this study was to develop scientific thinking skills in students through the implementation of an experimental route in natural science classes. This strategy establishes sequential stages, in accordance with the scientific method, together with progress indicators for each skill involved. The exercise is based on a qualitative approach of descriptive scope, guided by the principles of pedagogical action research and the Lesson Study methodology as an exercise of collaborative reflection on teaching practice. The classroom work was carried out in three moments: diagnosis of scientific competencies and students' perceptions, piloting of practical sessions and implementation of the experimental route with three different groups at different educational levels (elementary, high school and vocational high school). The analysis allows establishing progress in the thought processes and more accurate conceptualizations regarding the phenomena studied during the sessions. In this sense, experimentation is presented as an opportunity to enhance scientific skills through meaningful learning experiences in the area of natural sciences.

KEY WORDS

Experimentation, Natural science teaching, Scientific thinking skills, Pedagogical practice.





INTRODUCCIÓN

La presente investigación se enmarca en el ejercicio de práctica pedagógica del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales de la Facultad de Educación de la Universidad de La Sabana, desarrollado en el Colegio Jorbalán, una institución educativa de naturaleza privada, mixta, campestre, localizada en el municipio de Chía, Cundinamarca, que brinda el servicio educativo en los niveles de preescolar, primaria, secundaria y media vocacional, cuyos fundamentos pedagógicos se sustentan desde el modelo constructivista y la pedagogía conceptual. En este sentido, la intencionalidad de las intervenciones realizadas en las clases de ciencias naturales consistió en fortalecer las habilidades de pensamiento científico en los estudiantes a partir de una ruta experimental que permita el desarrollo secuencial de comprensiones en función del estudio práctico de los fenómenos en el aula.

MARCO TEÓRICO

La ciencia ha dejado de ser concebida como un conjunto estático de conocimientos y los procesos cognitivos asociados a su construcción cobran mayor relevancia en los escenarios educativos, que se configuran en los ambientes que aproximan a los estudiantes a la lógica y formalidad de las ciencias, desde el desarrollo de procesos metacognitivos conscientes en los cuales el individuo es capaz de regular sus procesos de aprendizaje en función de sus decisiones y acciones. A partir de este panorama, Soto (2002) propone reflexionar en torno a los dos tipos de conocimiento implicados: cotidiano y científico.

El conocimiento científico y el cotidiano poseen diferencias estructurales en función de las lógicas de interpretación del mundo y sus fines. En este sentido, enseñar ciencias en la escuela debe tener el propósito de generar estructuras de pensamiento sistémico en los estudiantes, que les permita analizar e interpretar el mundo desde diversos contextos. Por el lado del conocimiento científico, éste constituye una forma natural de comprender el mundo, es decir, el ser humano a través de la historia ha perfeccionado y

reconstruido los principios y técnicas implicadas en los fenómenos. A su vez, es necesario precisar que la ciencia implica la agrupación de individuos en comunidades que se diferencian entre sí por los paradigmas y supuestos que direccionan sus investigaciones y posturas frente al estudio de los fenómenos (Soto, 2002, p.17)

En este sentido, la experimentación se configura como uno de los componentes fundamentales para la ciencia formal y el aprendizaje de las ciencias en la escuela, debido a su significancia en la construcción de conocimiento y su naturaleza epistemológica. En este sentido, el experimento cumple la función de comprobar hipótesis formuladas sobre el comportamiento de los fenómenos a partir de la realización de procedimientos controlados, ligados con modelos teóricos (Duit & Tesch, 2010). Por otro lado, desde la enseñanza de las ciencias en la escuela, las actividades experimentales en las clases de ciencias brindan la posibilidad de involucrar a profesores y estudiantes en el uso de técnicas para comprender un fenómeno o proceso científico (Rosito, 2008), además, de acuerdo con Santos, Aaujo y Paula (2014), permite aumentar el interés de los estudiantes porque los involucra



de manera activa en el estudio de un fenómeno y la resolución de un problema, desarrollando habilidades científicas y comprensiones sobre los conceptos fundamentales. Las etapas propuestas en el diseño de la ruta de experimentación tomaron como referente en el método científico. La primera corresponde a un proceso de observación científica que pretende que el estudiante alcance un nivel en donde logre identificar los elementos que conforman el fenómeno, evidenciar los patrones de comportamiento, junto con las causas y efectos de lo observado. De acuerdo con Santelices (1989), adaptado por Romero y Pulido (2015), se invita al estudiante a formular una pregunta investigable, que requiere el reconocimiento de un elemento, acción, causa y efecto, con el propósito de que los interrogantes formulados se enmarquen en un contexto específico de aplicación (Acevedo, Romero & Barreto, 2019).

En seguida, se propone la formulación de hipótesis que hace referencia según Kerlinger, (1996) citado por Acevedo (2019), a un conjunto de conjeturas que se presentan entre dos o más variables, además permiten establecer relaciones y comparaciones, orientadas a explicar tentativamente el comportamiento de un fenómeno. Luego de realizar este proceso, es necesario el desarrollo de un marco teórico que fundamente el fenómeno a estudiar de manera experimental, retomando la historia de este, los conceptos estructurantes asociados y los modelos explicativos. Esto permite contextualizar al estudiante sobre el objeto de estudio de la práctica y evitar que se convierta en la ejecución inconsciente de un conjunto de procedimientos y técnicas.

Luego de apropiarse la fundamentación teórico-conceptual del fenómeno científico a estudiar, se procede a desarrollar el proceso a nivel experimental, ejecutando procedimientos y técnicas específicas, en donde se obtienen datos. En el procesamiento y representación de datos experimentales, Peñafiel (1997), plantea que se debe identificar de variables y su interdependencia, escalas de medición e instrumentos de medida, unidades de medida y magnitudes, exactitud y precisión, junto con fuentes de error y mediciones. Al mismo tiempo, el autor destaca las formas de representación tabular, gráfica (cuantitativos y cualitativos) y funcional (modelación matemática) de los datos.

Dichos datos recolectados deben ser sometidos a un análisis de registros cuantitativos y cualitativos, que se puede desarrollar en tres niveles de profundidad, según Peña (2017). En el nivel descriptivo, el estudiante propone organizadores gráficos de fácil interpretación y comprende qué dicen los datos, logrando expresar resultados. En el nivel inferencial, se contesta la pregunta de investigación, utilizando la estadística para responder la hipótesis de investigación y aportando conclusiones generales. Finalmente, la formulación de las conclusiones en una actividad experimental corresponde a la verificación de hipótesis a partir de los resultados obtenidos. También, son reflejo de las comprensiones y aprendizajes desarrollados por los estudiantes al estudiar el fenómeno. En la figura 1 se ilustran las etapas secuencias que constituyen el diseño de las rutas de experimentación.

Etapas de la ruta experimental



Figura 1. Esquema resumen de las etapas propuestas en el diseño de la ruta experimental. Elaboración propia.

Etapas del trabajo en el aula

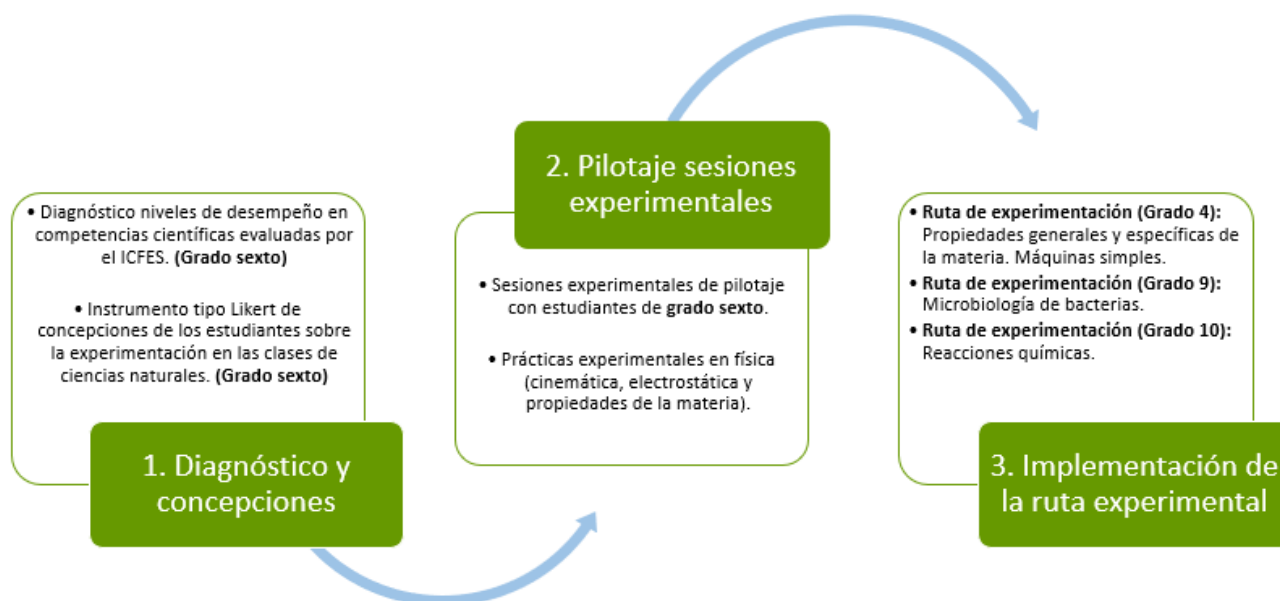


Figura 2. Etapas del ejercicio de aula. Elaboración propia.



PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál son los beneficios de implementar una ruta de experimentación en el desarrollo de habilidades de pensamiento científico con estudiantes de grados cuarto, sexto, noveno y décimo del Colegio Jorbalán de Chía?

OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar competencias científicas en los estudiantes a partir de la implementación de una ruta experimental en las clases de ciencias naturales.

Objetivos Específicos

- Realzar un ejercicio diagnóstico sobre las competencias científicas a través de la Prueba Saber ICFES de Ciencias Naturales.
- Identificar las concepciones de los estudiantes sobre la experimentación en el aula de ciencias naturales.
- Diseñar una ruta experimental a partir de los referentes teóricos sobre las habilidades y competencias científicas y los contenidos disciplinares, desde un ejercicio de reflexión de la práctica pedagógica.
- Evaluar el impacto de la implementación de la ruta experimental en el fortalecimiento de competencias científicas y las comprensiones de conceptos y fenómenos propios de las ciencias naturales.

METODOLOGÍA

La investigación se enmarca en un enfoque cualitativo y un alcance descriptivo, retomando los principios de la investigación-acción pedagógica (IAP) mencionados por Gómez (2006), en donde se pretende transformar la práctica pedagógica de los educadores desde los discursos y acciones en el aula, articulando las teorías pedagógicas del aprendizaje. Así mismo, el ejercicio de reflexión colaborativa se fundamenta desde el marco

metodológico establecido en las Lesson Study (LS), que plantea según Pérez y Soto (2011), el desarrollo de ciclos de reflexión en donde se problematiza las propuestas de aula a través de una dinámica de evaluación entre pares educadores.

Del mismo modo, el proceso de construcción del diseño de ruta experimental se fundamenta en referentes teóricos de las habilidades

de pensamiento científico implicadas en el desarrollo de actividades prácticas en el aula de ciencias naturales. Este ejercicio es producto de la construcción colaborativa de un grupo de profesores en formación inicial del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales de la Facultad de Educación de la Universidad de La Sabana. El trabajo en el aula se desarrolló en tres etapas, tal y como lo ilustra la figura 2, diagnóstico de competencias científicas y percepciones de los estudiantes, pilotaje de sesiones prácticas e implementación de la ruta experimental con tres grupos distintos en los diferentes niveles educativos (primaria, bachillerato y media vocacional).

Todas las etapas del ejercicio no fueron posible implementarlas con el mismo grupo a causa de la dinámica rotativa del horario institucional. Por lo tanto, el desarrollo de la investigación se ejecuta

con cuatro grupos de estudiantes, correspondientes a los grados cuarto, sexto, noveno y décimo del Colegio Jorbalán. Es decir, la etapa de diagnóstico y pilotaje de las sesiones experimentales en el aula de ciencias se desarrolló con 21 estudiantes del grado sexto. Por otro lado, la implementación de la ruta experimental se realizó con los estudiantes de grado cuarto, noveno y décimo, respondiendo a los ejes temáticos establecidos en el currículo del área de ciencias naturales y con el propósito de validar la experimentación como estrategia de enseñanza en los niveles de primaria, bachillerato y media, teniendo en cuenta las habilidades cognitivas y de razonamiento científico para cada grado.

En esta investigación, las categorías analíticas corresponden a las etapas propuestas en el diseño de la ruta experimental, que corresponden a procesos del método científico y también a habilidades de pensamiento científico.

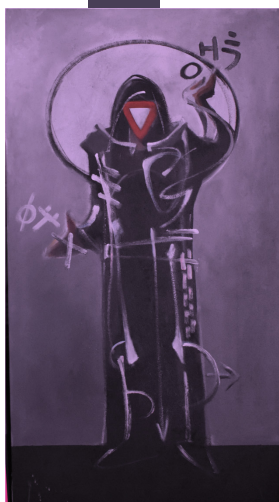
ETAPA 1. DIAGNÓSTICO Y CONCEPCIONES

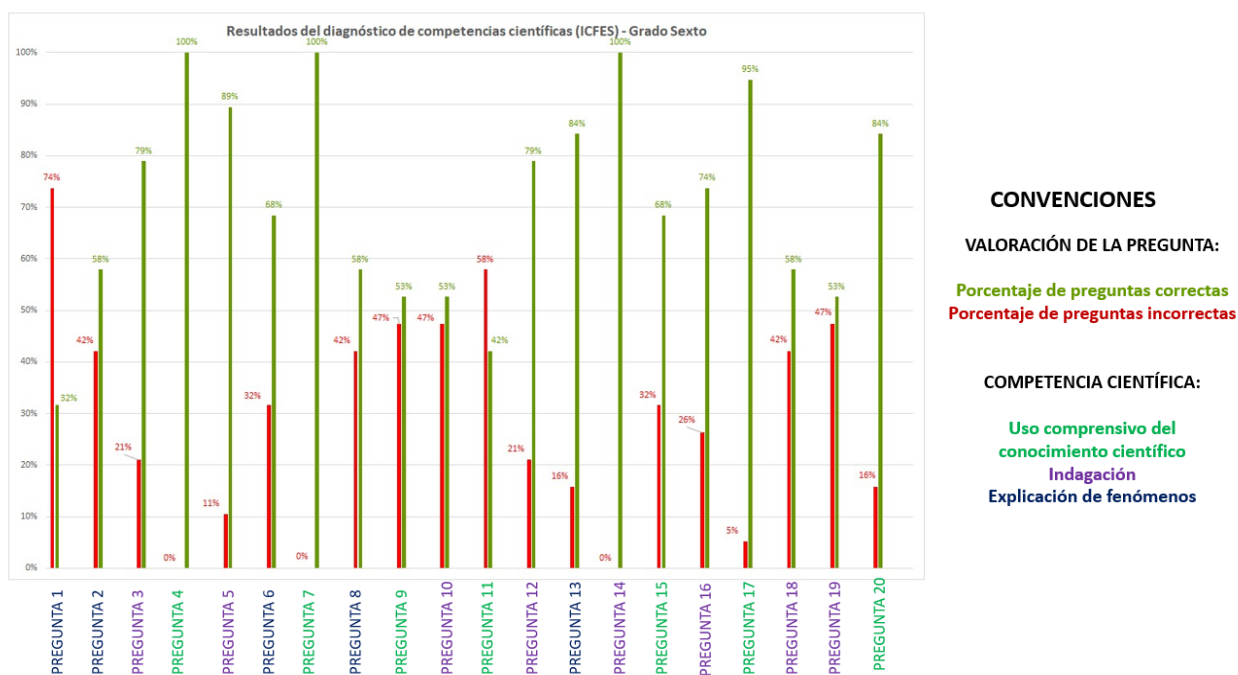
Diagnóstico de competencias científicas en estudiantes de grado sexto

El ejercicio diagnóstico de los niveles de desarrollo de las competencias científicas (uso comprensivo del conocimiento científico, indagación y explicación de fenómenos) se llevó a cabo con 19 estudiantes del grado sexto, aplicando el simulacro de pruebas saber ICFES en ciencias naturales. Los resultados obtenidos indican que la competencia con los resultados porcentuales más bajos es la explicación de fenómenos, definida por el ICFES (2019) como la capacidad que posee el estudiante de construir explicaciones y comprender argumentos que den razón de fenómenos, y de establecer la validez de una afirmación relacionada con un fenómeno. El promedio de preguntas acertadas por los estudiantes fue de 14,26 sobre 20. Por otro lado, el promedio de preguntas erradas fue de 5,74 sobre 20. Los resultados del diagnóstico son ilustrados en la gráfica 1.

Concepciones de los estudiantes sobre la experimentación en la clase de ciencias

Posteriormente, se aplicó un cuestionario tipo Likert (ver anexo 1) con 19 estudiantes de grado sexto, con el propósito de identificar sus concepciones con respecto a la experimentación en el aula de ciencias naturales. Dentro





Gráfica 1
Resultados del diagnóstico tipo ICFES (Grado Sexto). Elaboración propia

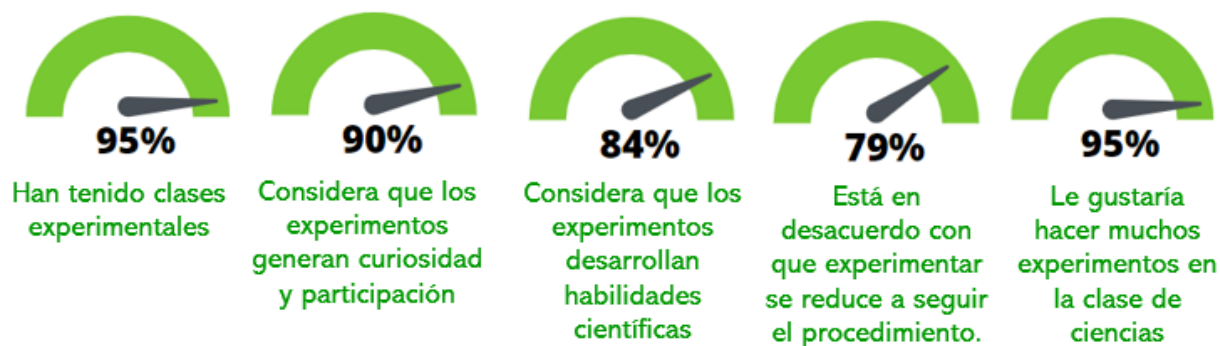


Figura 3. Resultados del cuestionario tipo Likert sobre las concepciones de la experimentación. Elaboración propia.

de los resultados más relevantes se destacan que el 95% ha tenido prácticas experimentales en la clase de ciencias. El 90% consideran que los experimentos generan curiosidad y participación. El 84% está de acuerdo con que la experimentación permite desarrollar habilidades científicas. El 79% está en desacuerdo con que la actividad experimental se reduce a replicar los pasos de un procedimiento. Finalmente, al 95% de los estudiantes encuestados le gustaría hacer más experimentos en sus clases de ciencias. Estos resultados se ilustran a modo de indicadores en la figura 3.

ETAPA 2. PILOTAJE SESIONES EXPERIMENTALES

Secuencia de experimentales en el aula de ciencias naturales de grado sexto

Se desarrollaron tres sesiones experimentales con los estudiantes de grado sexto, abordando diferentes contenidos temáticos en las asignaturas de física y biología. En la tabla 1 se visualizan los resultados previstos de aprendizaje (RPA) formulados para cada sesión, la descripción de la actividad experimental realizada y la evidencia. El objetivo de esta etapa era validar el impacto de la experimentación e identificar variables a considerar para el diseño formal de la ruta experimental.



Tabla 1

Descripción y evidencias de sesiones experimentales en Ciencias Naturales en grado sexto

ASIGNATURA	RESULTADO PREVISTO DE APRENDIZAJE (RPA)	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Física	Comprender el proceso de transferencia de electrones por medio del rozamiento de distintos materiales a través de experimentos sencillos.	El profesor le entrega el material a cada mesa de trabajo para desarrollar de manera guiada tres experimentos sencillos de electrostática, empleando globos inflados (frotar la bomba y una bolsa de plástico), (frotar la bomba y acercarla a unos papelitos) y (frotar la bomba y acercarla a una lata). También, los estudiantes registrarán los resultados obtenidos en la guía de trabajo y escribirán los aprendizajes desarrollados en cada sesión.
Física	Comprender los cambios de posición de un cuerpo en función del tiempo, sin considerar las fuerzas asociadas al movimiento (Cinemática).	El profesor explicará la dinámica de trabajo que consiste en las rotaciones por 3 mesas de trabajo con los siguientes temas: MESA 1 Desplazamiento. MESA 2 y 3. Posición en función del tiempo. El profesor realiza una demostración de cada uno y posteriormente, los estudiantes desarrollan los ejercicios experimentales sobre desplazamiento en el plano y posición en función del tiempo. El profesor revisará el trabajo de cada mesa y los estudiantes registrarán los datos obtenidos en la guía de trabajo.
Biología	Comprender la importancia de clasificar taxonómicamente a los organismos vivos, identificando características morfológicas distintivas de cada especie.	La sesión de trabajo da continuidad al ejercicio de observación a través de un trabajo colaborativo en tres estaciones. En cada una de estas, los estudiantes deben escribir el nombre común y científico de las especies y, además, abordar las siguientes preguntas orientadoras contenidas en una ficha de observación: 1) ¿Qué características tiene la especie? 2) ¿Qué tiene en común con las otras especies que seleccionaste? 3) ¿Qué diferencia tiene con las otras especies? 4) ¿Qué te gustaría saber sobre la especie?

ETAPA 3. IMPLEMENTACIÓN DE LAS RUTAS DE EXPERIMENTACIÓN

La secuencia experimental enmarcada en la ruta fue implementada con tres grupos de los distintos niveles educativos (primaria, bachillerato, media vocacional), con el objetivo de validar el diseño realizado. Cada ruta abordó los contenidos temáticos establecidos en el plan de estudios del área de ciencias naturales. La duración de este ejercicio se planeó para ejecutarse en tres sesiones de dos horas cada una.

Ruta experimental (Grado Cuarto)

La ruta experimental aplicada con los estudiantes de grado cuarto tuvo como ejes temáticos a las propiedades generales de la materia y las máquinas simples. En el aula se logró completar el primer módulo relacionado con la masa, debido a la reducción de tiempos de intervención.

Ruta experimental (Grado Noveno)

La ruta experimental aplicada con los estudiantes de grado noveno tuvo como eje temático a la biología de las bacterias. En el aula se logró desarrollar en su totalidad las actividades planeadas en la ruta experimental.

Ruta experimental (Grado Décimo)

La ruta experimental aplicada con los estudiantes de grado décimo tuvo como eje temático a las reacciones químicas. En el aula se lograron desarrollar las actividades correspondientes a los dos primeros módulos establecidos en la ruta experimental.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados obtenidos al implementar la ruta experimental con los tres grupos son analizados en función de los aportes y evidencias directas de los estudiantes. El análisis se desarrolla desde las etapas formuladas en el diseño de la ruta de experimentación, evidenciando los avances de los estudiantes, desde un enfoque cualitativo, contemplando los tres niveles seleccionados, las habilidades cognitivas y los aprendizajes esperados para cada grado. A continuación, se presentan los resultados más destacables del proceso de los estudiantes y algunas evidencias.

Ruta experimental (Grado Cuarto)

En grado cuarto, las actividades experimentales orientadas a desarrollar procesos de medición convencional de masa, haciendo uso de balanza, les permitió comprender las unidades de medida correspondientes y de qué forma este sistema alcanza un estado de equilibrio. Sin embargo, aún prevalecen confusiones del concepto de masa con respecto al volumen de un cuerpo, pero hay una diferenciación con respecto al peso y el rol de la fuerza de gravedad en este proceso. (Ver anexo 2)

Tabla 5.

Resultados ruta experimental (Grado Cuarto).


Preguntas de investigación	Conceptualización <i>¿Qué es la masa, cómo se mide y en qué se diferencia del peso?</i>	Conclusiones (Aprendizajes)
<p>¿Por qué se llama masa? ¿Cómo se creó la masa? ¿Qué pasaría si se acabara la masa? ¿Por qué la materia está relacionada con la masa?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La masa es lo que ocupa un cuerpo y se mide con una balanza. - La masa se diferencia del peso por el motivo de la gravedad. - Todo lo que nos rodea, las balanzas se miden en kilogramos. 	<ul style="list-style-type: none"> - La masa es una cantidad del cuerpo. - Que es todo lo que nos rodea. - Las balanzas se equilibran. 



Tabla 2
Esquema Ruta de Experimentación (Grado Cuarto).

ESQUEMA GENERAL DE LA RUTA DE EXPERIMENTACIÓN GRADO CUARTO			
SESIÓN	HORAS	META DE COMPRENSIÓN	RESULTADOS PREVISTOS DE APRENDIZAJE (RPA)
Abril 27	2	Comprender el concepto de masa, a través de la construcción de una balanza casera y la medición de diferentes objetos.	El estudiante comprende el concepto de masa y las unidades de medición correspondientes. El estudiante construye una balanza y realiza correctamente ejercicios de equilibrio de masa en el sistema diseñado. El estudiante realiza mediciones formales de masa haciendo uso de una balanza, reportando los datos obtenidos en una tabla.
Mayo 4	2	Comprender las propiedades de volumen y densidad, a partir del desarrollo de mediciones convencionales y no convencionales.	El estudiante comprende los conceptos de volumen y densidad, identificando su importancia en el estudio de fenómenos físicos. El estudiante realiza mediciones convencionales de volumen de líquidos, identificando sus unidades de medida correspondientes. El estudiante realiza una torre de líquidos, identificando la diferencia de densidades entre los líquidos contenidos en un recipiente.
Mayo 11	2	Comprender los factores asociados a un movimiento parabólico producido por el lanzamiento de un objeto de una catapulta elaborada experimentalmente.	El estudiante identifica que la fuerza y el ángulo de inclinación son variables que permiten describir un movimiento parabólico. El estudiante realiza la medición de distancia y tiempo que emplea un cuerpo en recorrer una trayectoria parabólica. El estudiante construye una catapulta casera que funciona de manera correcta para producir un movimiento parabólico.

Tabla 3.
Esquema Ruta de Experimentación (Grado Noveno).

ESQUEMA GENERAL DE LA RUTA DE EXPERIMENTACIÓN GRADO NOVENO			
SESIÓN	HORAS	META DE COMPRENSIÓN	RESULTADOS PREVISTOS DE APRENDIZAJE (RPA)
Abril 27	2	Comprender a través de una práctica experimental, las características biológicas e importancia de las bacterias a partir de la observación en microscopio de muestras que previamente han sido sometidas a un proceso de tinción simple.	El estudiante comprende las principales características biológicas y morfológicas de las bacterias, que las diferencian de otros organismos. El estudiante reconoce y comprende la existencia de bacterias patógenas asociadas a enfermedades y bacterias benéficas para el ser humano. El estudiante comprende y realiza correctamente un proceso de tinción simple de una muestra bacteriana y su posterior observación en microscopio.
Mayo 4	2	Comprender la importancia de la preparación de medios de cultivo para la siembra y posterior estudio de microorganismos presentes en objetos de uso cotidiano.	El estudiante comprende la utilidad de un medio de cultivo en la siembra y posterior estudio de microorganismos, controlando posibles fuentes de alteración de las muestras. El estudiante plantea hipótesis sobre los posibles tipos de bacterias presentes en muestras tomadas de objetos de uso cotidiano. El estudiante define un protocolo de seguimiento y evaluación de las muestras de microorganismos, registrando su evolución.
Mayo 11	2	Comprender e identificar la microbiota presente en muestras tomadas de objetos de uso cotidiano y sembradas en medios de cultivo.	El estudiante realiza correctamente el montaje de observación en el microscopio y la fijación de las muestras sembradas en los medios de cultivo. El estudiante observa las muestras sembradas, reconociendo la formación de colonias de microorganismos, identificando sus diferencias. El estudiante establece conclusiones sobre el estudio microbiológico desarrollado en la ruta experimental, reconociendo las características más relevantes sobre las bacterias.

Tabla 4.
Esquema Ruta de Experimentación (Grado Décimo).

ESQUEMA GENERAL DE LA RUTA DE EXPERIMENTACIÓN GRADO DÉCIMO			
SESIÓN	HORAS	META DE COMPRENSIÓN	RESULTADOS PREVISTOS DE APRENDIZAJE (RPA)
Abril 27	2	Comprender los principios que establecen el comportamiento de las reacciones químicas, su clasificación, las proporciones entre reactivos y productos.	El estudiante comprende que las reacciones químicas cumplen el principio de conservación de la materia, al analizar las proporciones másicas entre los productos y reactivos. El estudiante a partir de la realización de reacciones químicas caseras identifica su clasificación teniendo en cuenta los procesos químicos ocurridos, el sentido de la reacción y los cambios energéticos producidos. El estudiante identifica la relación entre los coeficientes estequiométricos y la determinación de la masa molar de las sustancias implicadas en una reacción química.
Mayo 4	2	Comprender el balanceo por tanteo al analizar reacciones químicas realizadas experimentalmente, resolviendo ejercicios y estableciendo el reactivo límite y en exceso del proceso.	El estudiante resuelve ejercicios de balanceo por tanteo, estableciendo correctamente la relación estequiométrica de la reacción. El estudiante realiza cálculos matemáticos asociados a la cantidad de gramos o moles de reactivo y de producto. El estudiante comprende el concepto de reactivo límite y reactivo en exceso.
Mayo 11	2	Comprender el fundamento de las reacciones de óxido-reducción, identificando las sustancias que experimental una ganancia y pérdida de electrones, al analizar reacciones de la vida real.	El estudiante reconoce a partir del cambio de los estados de oxidación de un elemento, si éste gana o pierde electrones. El estudiante identifica correctamente el agente reductor y oxidante en la resolución de ejercicios. El estudiante realiza correctamente ejercicios de balanceo por óxido-reducción, a partir del análisis de reacciones realizadas experimentalmente.

Tabla 6.

Evidencias de habilidades de pensamiento científico al realizar la ruta de experimentación con estudiantes de grado cuarto.


HABILIDAD PROCESO	EVIDENCIA	INTEPRETACIÓN						
Saberes previos	<p>3. ¿QUÉ VAMOS A ESTUDIAR? En esta ruta de experimentación, aprenderemos sobre la masa de los cuerpos, su importancia y sus formas de medición. Para, antes de comenzar, vamos a reflexionar sobre el concepto de masa.</p> <p style="text-align: center;">MASA</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="545 632 695 659">¿Qué conocen sobre la masa de un objeto?</td> <td data-bbox="703 632 852 659">¿Por qué creen que es importante estudiarla?</td> <td data-bbox="860 632 1036 659">¿Cómo podemos medir la masa de un cuerpo?</td> </tr> <tr> <td data-bbox="545 669 695 758">la masa es una cantidad de materia de nuestro cuerpo.</td> <td data-bbox="703 669 852 758">para tener más conocimientos.</td> <td data-bbox="860 669 1036 758">Pesándola con la balanza. (con un dinamómetro) <i>OK</i></td> </tr> </table>	¿Qué conocen sobre la masa de un objeto?	¿Por qué creen que es importante estudiarla?	¿Cómo podemos medir la masa de un cuerpo?	la masa es una cantidad de materia de nuestro cuerpo.	para tener más conocimientos.	Pesándola con la balanza. (con un dinamómetro) <i>OK</i>	<p>Los estudiantes tienen nociones generales sobre el concepto de masa e identifican el principal instrumento de medición. Sin embargo, no reconocen la importancia de comprender el concepto de masa y sus implicaciones.</p>
¿Qué conocen sobre la masa de un objeto?	¿Por qué creen que es importante estudiarla?	¿Cómo podemos medir la masa de un cuerpo?						
la masa es una cantidad de materia de nuestro cuerpo.	para tener más conocimientos.	Pesándola con la balanza. (con un dinamómetro) <i>OK</i>						
Pregunta de investigación	<p style="text-align: center;">PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</p> <p style="text-align: center;">Escribe tu pregunta de investigación para esta sesión experimental:</p> <p>¿por qué se llama la masa?</p> <p>¿cómo se creó la masa?</p> <p>¿qué pasaría si se acaba la masa?</p>	<p>Las preguntas a pesar de tener un enunciado de orden superior no son profundas porque indagan sobre aspectos que no son relevantes para la práctica experimental.</p>						
Conceptualización	<p>4. ¿QUÉ ES LA MASA? Ahora, es importante que comprendamos qué es la masa y por qué es importante estudiarla, para ello, muestra atentamente el video que te pedimos ver y responde las siguientes preguntas: (1 min: https://www.youtube.com/watch?v=250A5B_36c4)</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="472 1272 621 1299">¿Qué es la masa y cómo se mide?</td> <td data-bbox="630 1272 1040 1320">La masa es lo que ocupa un cuerpo y se mide con una balanza. <i>masa</i></td> </tr> <tr> <td data-bbox="472 1331 621 1358">¿En qué se diferencia la masa del peso?</td> <td data-bbox="630 1331 1040 1367">la masa se diferencia del peso por el motivo de: la <i>densidad</i>. <i>OK</i></td> </tr> </table>	¿Qué es la masa y cómo se mide?	La masa es lo que ocupa un cuerpo y se mide con una balanza. <i>masa</i>	¿En qué se diferencia la masa del peso?	la masa se diferencia del peso por el motivo de: la <i>densidad</i> . <i>OK</i>	<p>Los estudiantes recalcan nuevamente el instrumento de medición de masa, pero existe un grado de confusión del concepto con el volumen. Sin embargo, ya diferencian de manera general la masa del peso de un cuerpo.</p>		
¿Qué es la masa y cómo se mide?	La masa es lo que ocupa un cuerpo y se mide con una balanza. <i>masa</i>							
¿En qué se diferencia la masa del peso?	la masa se diferencia del peso por el motivo de: la <i>densidad</i> . <i>OK</i>							
Conclusiones (Aprendizajes)	<p>5. CONCLUSIONES: ¿Hay algo más realizable en decir la palabra experimentalmente sobre las cosas? Ahora es momento de concluir, es decir, de escribir los aprendizajes más significativos.</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="472 1608 621 1635">¿Qué aprendí sobre la masa?</td> <td data-bbox="630 1608 844 1635">¿Cómo me di cuenta de que aprendí?</td> <td data-bbox="852 1608 1040 1635">¿Qué fue lo que más se me dificultó?</td> </tr> <tr> <td data-bbox="472 1646 621 1703">que la masa es una cantidad del cuerpo</td> <td data-bbox="630 1646 844 1703">por que ya se que es una masa</td> <td data-bbox="852 1646 1040 1703">para saber cuanto peso</td> </tr> </table>	¿Qué aprendí sobre la masa?	¿Cómo me di cuenta de que aprendí?	¿Qué fue lo que más se me dificultó?	que la masa es una cantidad del cuerpo	por que ya se que es una masa	para saber cuanto peso	<p>Los aprendizajes de los estudiantes son superficiales a pesar de la actividad experimental al realizar mediciones de masa con balanza.</p>
¿Qué aprendí sobre la masa?	¿Cómo me di cuenta de que aprendí?	¿Qué fue lo que más se me dificultó?						
que la masa es una cantidad del cuerpo	por que ya se que es una masa	para saber cuanto peso						

Ruta experimental (Grado Noveno)

Los estudiantes de grado noveno tienen nociones previas correctas y se evidencia un planteamiento de preguntas investigables. La ruta de experimentación, a través de la realización de procesos de tinción y medios de cultivo, permitió desarrollar comprensiones sobre el estudio de estos organismos a nivel formal.

A continuación, se presenta el resultado completo de la ruta experimental, evidenciando los avances en cada habilidad de pensamiento involucrada en la estrategia. (Ver anexo 3).

Tabla 7.
Resultados ruta experimental (Grado Noveno).

Saberes previos	Preguntas de investigación	Conceptualización <i>Biología de las bacterias</i>	Conclusiones (Aprendizajes)
<ul style="list-style-type: none"> - Son microorganismos que no se ven a excepción de un microscopio. - Hay bacterias buenas y malas. - Muchas veces mutan y se reproducen de forma asexual. - Son importantes para los ecosistemas. 	<p>¿Qué tipos de bacterias existen? ¿Cuánto tiempo viven? ¿Cómo surgieron? Identificar si son buenas o malas para nuestro organismo.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Las bacterias tienen célula procariota, debido a que no tiene núcleo definido. - Las bacterias se encuentran en la boca, sistema digestivo, en el mar, climas fríos, cálidos y en desechos radioactivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Que tiene diferentes formas. - Pueden ser patógenas o benéficas. - Se pueden observar mediante tinción. - Que son células procariotas.

Ruta experimental (Grado Décimo)

Los estudiantes de grado décimo antes del desarrollo de la ruta experimental definían de incorrectamente una reacción química como una mezcla de elementos o compuestos. Sin embargo, al finalizar la secuencia, los estudiantes lograron establecer, cualitativamente, la diferencia entre una mezcla (cambio físico) y una reacción (cambio químico), dependiendo si las sustancias implicadas cambian su naturaleza o no. También, se evidencian procesos de formulación de preguntas e hipótesis de nivel superior. (Ver anexo 4)

Tabla 8.
Resultados ruta experimental (Grado Décimo). Fuente: Elaboración propia

Saberes previos	Preguntas de investigación	Conceptualización <i>Reacciones Químicas</i>	Hipótesis
<ul style="list-style-type: none"> - Suma de componentes químicos. - Son el resultado de 2 mezclas de 2 o más compuestos. - Combinación entre dos elementos que forma una reacción química. 	<p>¿Por qué causa esa reacción y cómo se controla? ¿Cómo funcionan las reacciones químicas? ¿Cómo nos afectan las reacciones químicas en nuestro día a día?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - En una mezcla hay cambios físicos, mientras que en la reacción hay cambios químicos. - La reacción química es cuando se juntan dos o más químicos y hay un cambio en su naturaleza. 	<ul style="list-style-type: none"> - Va a salir gas, inflando la bomba. - Se va a inflar el globo porque la reacción va a soltar gas y eso probablemente haga que se infle el globo.

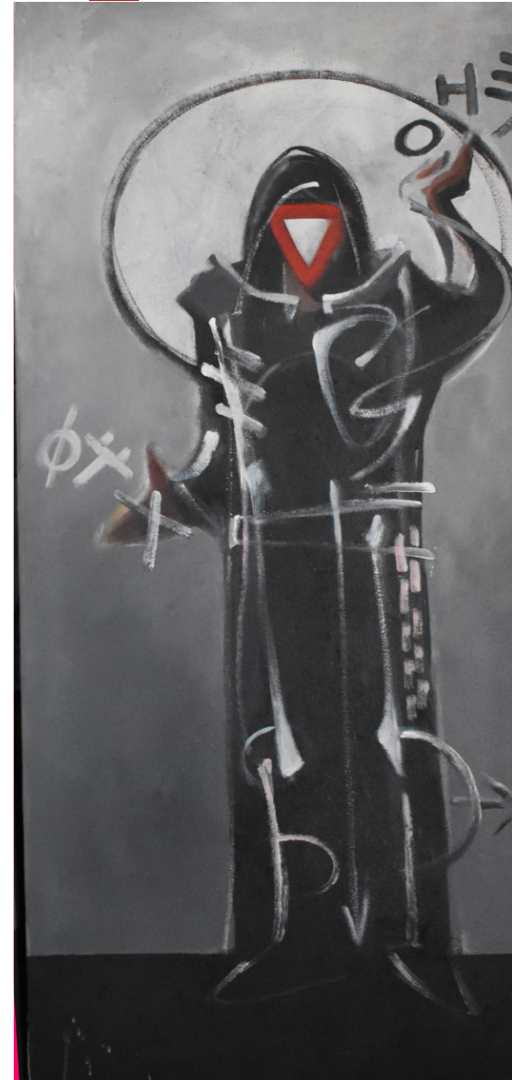



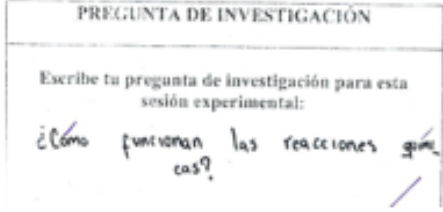

Tabla 9.

Evidencias de habilidades de pensamiento científico al realizar la ruta de experimentación con estudiantes de grado noveno.

HABILIDAD PROCESO	EVIDENCIA	INTEPRETACIÓN
Saberes previos	<p style="text-align: center;">BACTERIAS</p>	Los estudiantes resaltan de manera correcta algunas características generales de las bacterias. Las preguntas formuladas son de orden superior están orientadas a indagar más sobre la biología de estos organismos.
Pregunta de investigación	<p style="text-align: center;">PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</p> <p style="text-align: center;">Escribe tu pregunta de investigación para esta sesión experimental:</p> <p style="text-align: center;"><i>¿Cómo podemos hacer una observación clara y beneficiosa con respecto al aprendizaje sobre las bacterias?</i></p>	La pregunta formulada por los estudiantes es de carácter investigable porque indaga y promueve procesos de observación científica. Sin embargo, no brinda un foco específico para realizar la observación de estos microorganismos.
Conceptualización		El momento de conceptualización se realizó a través de una actividad de escucha y comprensión de un podcast. Se evidencia que los estudiantes retomaron elementos centrales sobre las bacterias, como su tipo de célula, formas, lugares donde se encuentran y diferenciación entre patógenas y benéficas.
Registro de datos y análisis	<p>5. REGISTRO DE DATOS Y OBSERVACIONES. En esta sección debes registrar de manera ordenada lo observado de las bacterias de la muestra de tu boca en el microscopio. Sigue las indicaciones a continuación:</p>	Los estudiantes registran mediante dibujos sus observaciones y las relacionan con las formas bacterianas abordadas en la conceptualización, argumentan el rol de la técnica experimental empleada (tinción azul de metileno) y predicen el tipo de bacterias presentes en una muestra de boca.
Conclusiones (Aprendizajes)	<p>5. CONCLUSIONES. Más allá de la actividad de dibujo realizada experimentalmente sobre las bacterias, ahora es momento de analizar, en grupo, de evaluar las preguntas más significativas.</p>	Los estudiantes aprendieron el fin de la técnica experimental empleada en la práctica y reconocen los tipos de bacterias según su forma y peligrosidad.

Tabla 10.

Evidencias de habilidades de pensamiento científico al realizar la ruta de experimentación con estudiantes de grado décimo. Fuente: Elaboración propia

HABILIDAD PROCESO	EVIDENCIA	INTEPRETACIÓN
<i>Saberes previos</i>	 <p>The image shows two handwritten pages. The top page is titled 'REACCIONES QUÍMICAS' and contains two columns of text. The left column asks '¿Qué sucede entre las reacciones químicas?' and the student answers 'Es la combinación entre dos elementos que forma una reacción química.' The right column asks '¿Qué me gustaría saber sobre las reacciones químicas?' and the student answers 'Los tipos de reacciones.' The bottom page is titled 'SABERES PREVIOS' and contains two columns. The left column asks '¿Por qué es importante estudiar las reacciones químicas?' and the student answers 'Para poder adquirir más conocimientos sobre las cosas que nos rodean.' The right column asks 'Escribe una reacción química que conozcas' and the student writes 'Ayudarle una menta a una Coca-Cola.'</p>	<p>Los estudiantes presentan un error conceptual al relacionar a las reacciones químicas con un cambio físico, considerando que, en un proceso químico, como una reacción, las sustancias implicadas cambian su naturaleza.</p>
<i>Pregunta de investigación</i>	 <p>The image shows a handwritten question on a piece of paper titled 'PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN'. The text reads: 'Escribe tu pregunta de investigación para esta sesión experimental: ¿Cómo funcionan las reacciones químicas?'</p>	<p>La pregunta formulada es central para el abordaje del tema y el planteamiento es de orden superior porque promueve procesos de indagación e investigación guiada.</p>
<i>Conceptualización</i>	 <p>The image shows a handwritten page titled '¿QUÉ SON LAS REACCIONES QUÍMICAS Y CUAL ES SU CLASIFICACIÓN?'. It contains a diagram of a chemical reaction: $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$. The reactants are labeled 'Elementos' and 'Sustancias', and the product is labeled 'Sustancia'. Below the diagram, there is a list of classification criteria: 'Confianza interconómica', 'Reactivos', 'Productos', 'Estado de agregación', 'Reacción con...', and 'Reacción...'. The student has written 'Reacción' under the first two criteria and 'Reacción' under the last one.</p>	<p>La etapa de conceptualización en la práctica permitió corregir la noción del concepto estructurante, reflejado en que los estudiantes reconocen que una reacción es un cambio químico porque la naturaleza de las sustancias cambia, mientras que, en una mezcla, las sustancias implicadas siguen conservando sus mismas propiedades. También reconocen los componentes de una ecuación química.</p>

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el ejercicio de aula son de diversa índole y abarcan diferentes elementos relacionados con la experimentación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. En primer lugar, con relación al ejercicio diagnóstico, los resultados obtenidos en esta investigación son análogos a los obtenidos por Rodríguez (2018), en su tesis llevada a cabo con estudiantes de grado sexto de una institución educativa, donde se evidencia que la competencia científica de explicación de fenómenos evaluada por el ICFES presenta resultados con un bajo nivel de apropiación, aspecto que es reflejado en los resultados del simulacro aplicado con los estudiantes de grado sexto.

Así mismo, con respecto a los resultados de las percepciones de los estudiantes con respecto a la actividad experimental, se resalta que las estrategias didácticas mediadas por la experimentación favorecen el desarrollo de aprendizajes significativos y también genera motivación y curiosidad en los estudiantes; estos resultados son similares a los obtenidos por Quiroz y Zambrano (2021). Sin embargo, un ejercicio relevante como eje de reflexión hubiese sido aplicar un instrumento a los docentes del área de ciencias naturales de la institución, con el objetivo de conocer sus concepciones, posturas epistemológicas y afinidad con los experimentos en sus sesiones de clase.

Del mismo modo, a partir de esta experiencia de aula es posible comprobar que los experimentos en la clase de ciencias naturales permiten involucrar de manera activa a los estudiantes y fortalecer de manera gradual y secuencial, procesos de pensamiento científico, conforme a lo mencionado por Castiblanco (2019), en donde se resalta las oportunidades que brinda la experimentación como estrategia de enseñanza de las ciencias. En este estudio, hubiese sido pertinente categorizar los experimentos

desarrollados con los estudiantes en función de la intencionalidad y nivel de profundidad: experimentos discrepantes, caseros, ilustrativos, mentales, virtuales y por investigación; correlacionando con los aprendizajes de los estudiantes.

También, a modo de reflexión de la experiencia, es importante destacar que el enmarcar la experimentación en una ruta de trabajo permite desarrollar secuencialmente habilidades y procesos de pensamiento. De manera particular, se destaca la relevancia de incluir los saberes previos en estas etapas porque le brinda la oportunidad al estudiante de visibilizar sus comprensiones iniciales del fenómeno y contextualizar la práctica experimental. Es así como la ruta experimental presentada en este estudio tiene la capacidad de ser flexible y adaptarse a los propósitos que orienten los ejercicios en aula. Finalmente, un factor limitante en este ejercicio fue la imposibilidad de desarrollar todas las etapas del proceso con un único grupo.

CONCLUSIONES

A partir de la experiencia en el aula de ciencias, es posible concluir que la ruta experimental se presenta como una oportunidad de desarrollar de manera secuencial, habilidades de pensamiento científico y comprensiones sobre los fenómenos estudiados en las sesiones de clase.

Adicionalmente, el estudio permite establecer que la experimentación permite involucrar de manera activa a los estudiantes, favoreciendo un aprendizaje contextualizado, dinámico y significativo de las ciencias naturales.

Finalmente, es de resaltar que los procesos de planeación y reflexión de la práctica pedagógica se ven fortalecidos con este tipo de propuestas porque problematizan las estrategias de enseñanza y su pertinencia en el proceso de aprendizaje de las ciencias naturales de los estudiantes.

REFERENCIAS

- Acevedo, A. (2019). Transformación de la práctica de enseñanza de las ciencias naturales y el fortalecimiento del proceso de planteamiento de hipótesis en estudiantes de grado quinto del Colegio El Rodeo Sede B J. Tarde. Tesis Maestría Universidad de La Sabana. Recuperado de: <https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/36307>
- Acevedo A., Romero, Y., & Barreto, C. (2019). Enseñar a preguntar en biología desde la visibilización del pensamiento. Bio-grafía, 1482-1493. Recuperado de: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/11047/7820>
- Castiblanco, O. (2019). Desarrollo de pensamiento científico por medio de la experimentación. Memorias Institucionales UIS, 1(1). Recuperado a partir de <https://revistas.uis.edu.co/index.php/memoriasuis/article/view/10062>
- Duit, R., & Tesch, M. (2010). On the role of the experiment in science teaching and learning—Visions and the reality of instructional practice. M. Kalogiannakis, D. Stavrou, PG Michaelides, 17-30. Recuperado de: <http://www.clab.edc.uoc.gr/hsci2010/Pdfs/17.pdf>
- Gómez, R. (2006). La Investigación-Acción Pedagógica, variante de la Investigación-Acción Educativa que se viene validando en Colombia. Revista de la Universidad de la Salle, 2006(42), 92-101. Recuperado de: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1297&context=ruls>
- ICFES (2019). Prueba Saber ICFES 11 Ciencias Naturales.
- Mortimer, EF; Carvalho, A. (1996) Theoretical framework for analysis of the science teaching process. Notebook Research, n. 96, p. 5-14.
- Peña, S. (2017). Análisis de Datos. Recuperado de: <https://1library.co/document/zlnxe0gq-analisis-de-datos.html>
- Peñañiel, L. (1997). Introducción al Tratamiento de Datos Experimentales. Universidad Mayor de San Andrés. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/356591980_Introduccion_al_tratamiento_de_datos_experimentales
- Pérez Gómez, Á. I., & Soto Gómez, E. (2011). Lesson Study. Cuadernos de pedagogía. Recuperado de: <https://www.ces.gob.ec/doc/8tavoTaller/metodologia%20lesson%20study.pdf>
- Pulido Serrano, G. E., & Romero Rincón, Y. N. (2015). Incidencia de las rutinas de pensamiento en el fortalecimiento de habilidades científicas: observar y preguntar en los estudiantes de grado cuarto, ciclo II del colegio rural José Celestino Mutis IED (Master's dissertation, Universidad de La Sabana). Recuperado de: <https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/17538>
- Quiroz-Tuarez, S., & Zambrano-Montes, L. C. (2021). La experimentación en las ciencias naturales para el desarrollo de aprendizajes significativos. Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada Yachasun-ISSN: 2697-3456, 5(9 Ed. esp.), 2-15. Recuperado de: <https://editorialibkn.com/index.php/Yachasun/article/view/147/249>
- Rodríguez Chuzcano, E. (2018). Estrategias didácticas para fortalecer las competencias del área de Ciencias Naturales, en el grado sexto de la Institución Educativa Colegio San José del Trigo de Cúcuta (N. de S.). Recuperado de: https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/2626/2018_Tesis_Elizabeth_Rodriguez_Chuzcano.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rosito, B (2008). Science education and experimentation. In: Constructivism and Science education: epistemological and methodological reflections. Roque Moraes (Org.) - 3. Ed – Porto Alegre. EDIPUCRS.
- Santelices, L. (1989). Metodología de Ciencias Naturales para la Enseñanza Básica. Santiago de Chile: Andrés Bello.
- Santos, L., Araujo, J., & Paula, J. (2014). Difficulties found in the discipline of natural science for elementary school students of public school in the city of redemption – PA Education magazine spaces. Vol.3, No. 6, p. 230-241, 2
- Soto, C. (2002). Metacognición: Cambio conceptual y enseñanza de las ciencias. Cooperativa Editorial Magisterio. Recuperado de: <http://bibliotecadigital.magisterio.co/libro/metacognici-n-cambio-conceptual-y-ense-anza-de-las-ciencias>

