



**La experimentación cualitativa exploratoria como propuesta para la enseñanza de la física
bajo el modelo de Escuela Nueva**

Jorge Iván Manco
Rodrigo Adolfo Marulanda Henao
Luis Carlos Palacio Galvis

Trabajo de grado presentado para optar al título de Licenciado en Matemáticas y Física

Asesora
Yaneth Liliana Giraldo Suárez, Magíster (MSc) en educación

Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Licenciatura en Matemáticas y Física
Medellín
2023

Cita

(Manco et al., 2023)

Referencia

Estilo APA 7 (2020)

Manco, J. I., Marulanda Henao, R. A., y Palacio Galvis, L.C. (2023). *La experimentación cualitativa exploratoria y la construcción de instrumentos, una propuesta para la enseñanza de la física bajo el modelo de escuela nueva* [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Grupo de Investigación Estudios Culturales sobre las Ciencias y su Enseñanza (ECCE).

Centro de Investigaciones Educativas y Pedagógicas (CIEP).



Centro de Documentación Educación

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

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decano: Wilson Bolívar Buriticá

Jefe departamento: Cártul Vargas Torres

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

A Jorge Iván, Rodrigo Adolfo y Luis Carlos:

“La felicidad es un engaño para dominarnos. Pero existen momentos cortos en los que podemos saborear la alegría, la serenidad, la esperanza...”

Alfredo Molano Bravo.

Agradecimientos

A todas aquellas personas que se hicieron presentes brindándonos su apoyo incondicional durante este arduo camino, a quienes siempre creyeron en nuestro trabajo y esfuerzo, a quienes nos animaron cuando sentimos desfallecer.

A nuestros familiares, compañeros de vida, amigos, maestros.

A nuestra maestra Yaneth Liliana Giraldo Suárez:

Confronta y enfrenta, proverbio del templo mayor:

Inmenso es quien puede vencer, los retos que impone su ser.

A la IER Piedras Blancas, sede El Salado por permitirnos vivir esta experiencia tan enriquecedora, a la maestra Luz Eugenia Posada por abrirnos la puerta de su escuela, a todos los niños y niñas, familias y personas de la comunidad.

A la Universidad de Antioquia, Alma Máter.

Tabla de contenido

| | |
|---|----|
| Resumen | 11 |
| Abstract | 12 |
| Introducción | 13 |
| Planteamiento del Problema y Justificación..... | 15 |
| Antecedentes | 26 |
| Nacionales..... | 27 |
| Internacionales | 29 |
| Pregunta de investigación..... | 30 |
| Objetivos | 31 |
| Objetivo general | 31 |
| Objetivos específicos..... | 31 |
| Marco Teórico | 32 |
| La construcción de la imagen de ciencia como guía de investigación | 32 |
| Sobre las actividades experimentales | 38 |
| La experimentación en la ciencia..... | 38 |
| La actividad experimental en la enseñanza de la física | 41 |
| Clasificación de las actividades experimentales | 43 |
| Los instrumentos desde la filosofía de las prácticas experimentales | 45 |
| Importancia de la medición en la física..... | 47 |
| El papel de los instrumentos en la ciencia..... | 48 |
| Las actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias en la básica primaria y su contribución al desarrollo de elementos del pensamiento físico..... | 48 |
| Análisis de los DBA y EBC para la enseñanza de la física en la primaria | 50 |
| Desarrollo de habilidades discursivas en los niños para la construcción de explicaciones a partir de actividades experimentales | 56 |

| | |
|--|----|
| La educación primaria en las zonas rurales..... | 57 |
| El modelo de Escuela Nueva | 57 |
| Análisis de las cartillas de ciencias naturales de Escuela Nueva y la enseñanza de la física . | 61 |
| Contribuciones de la perspectiva experimental en relación con el modelo de Escuela Nueva | 62 |
| Acerca del concepto presión | 65 |
| Metodología | 68 |
| Enfoque y método | 68 |
| Fase de Observación y Reflexión inicial: contexto de la investigación | 70 |
| Consideraciones sobre los criterios de selección de los participantes | 73 |
| Compromiso ético de investigación..... | 73 |
| Fase de planificación y acción: pensando en el registro de la información | 73 |
| Fase de planificación y acción: pensando en la acción concretada en las planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica | 74 |
| Consideraciones teóricas sobre la secuencia didáctica | 75 |
| La acción de la investigación. Física en acción: aprendiendo sobre presión a través de la experimentación y la creación de instrumentos | 77 |
| Fase de Reflexión Final: Presentando los análisis de los resultados obtenidos | 87 |
| Sobre las categorías de investigación..... | 87 |
| Procesos discursivos para la construcción de conocimiento científico en niños | 88 |
| La generación e implementación de instrumentos para la construcción del conocimiento científico dentro de la formación de niños y niñas en la escuela | 88 |
| Los procesos discursivos y su relevancia en la apropiación de los conceptos para los estudiantes de Escuela Nueva | 93 |
| Experimentación cualitativa exploratoria en la Escuela Nueva..... | 99 |
| Las actividades o prácticas experimentales como objeto movilizador del trabajo grupal e individual de los niños en la escuela con relación a la física | 99 |

| | |
|---|-----|
| La experimentación como mediador dentro del proceso formativo entre la escuela, las dinámicas familiares y el entorno en el cual habitan los niños y niñas..... | 104 |
| Implicaciones Didácticas y Consideraciones Finales..... | 111 |
| Conclusiones derivadas de la investigación | 111 |
| Reflexiones sobre la implementación de las actividades propuestas en la planeación a modo de secuencia didáctica..... | 115 |
| Reflexiones como maestros de matemáticas y física | 118 |
| Jorge Iván Manco..... | 118 |
| Rodrigo Adolfo Marulanda Henao | 119 |
| Luis Carlos Palacio Galvis..... | 120 |
| Recomendaciones..... | 122 |
| Referencias | 124 |
| Anexos..... | 128 |
| Anexo 1. Protocolo de compromiso ético y consentimiento informado, parte I..... | 128 |
| Anexo 2. Protocolo de compromiso ético y consentimiento informado, parte II | 129 |
| Anexo 3. Acta de consentimiento informado..... | 130 |
| Anexo 4. Acta de consentimiento informado firmada por familias y estudiantes | 131 |
| Anexo 5. Entrevista 1 | 132 |
| Anexo 6. Entrevista 2 | 133 |
| Anexo 7. Formato diario pedagógico o diario de campo | 133 |
| Anexo 8. Formato planeador..... | 134 |
| Anexo 9. Planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica, parte I..... | 135 |
| Anexo 10. Planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica, parte II | 141 |
| Anexo 11. Matriz de análisis..... | 143 |

Lista de tablas

| | |
|---|-----|
| Tabla 1 <i>Código asignado a los estudiantes participantes</i> | 81 |
| Tabla 2 <i>Código asignado a las sesiones de trabajo</i> | 82 |
| Tabla 3 <i>Red de categorías, subcategorías e indicios</i> | 83 |
| Tabla 4 <i>Relación entre subcategoría, indicio y unidad de análisis</i> | 85 |
| Tabla 5 <i>Relación entre la subcategoría 1, el indicio 1.1 y sus respectivas unidades de análisis</i> .. | 90 |
| Tabla 6 <i>Relación entre la subcategoría 1, el indicio 1.2 y sus respectiva unidad de análisis</i> | 92 |
| Tabla 7 <i>Relación entre la subcategoría 2, el indicio 2.1 y sus respectiva unidad de análisis</i> | 95 |
| Tabla 8 <i>Relación entre la subcategoría 2, el indicio 2.2 y su respectiva unidad de análisis</i> | 97 |
| Tabla 9 <i>Relación entre la subcategoría 3, el indicio 3.1 y su respectiva unidad de análisis</i> | 101 |
| Tabla 10 <i>Relación entre la subcategoría 3, el indicio 3.2 y su respectiva unidad de análisis</i> | 103 |
| Tabla 11 <i>Relación entre la subcategoría 4, el indicio 4.1 y su respectiva unidad de análisis</i> | 106 |
| Tabla 12 <i>Relación entre la subcategoría 4, el indicio 4.2 y sus respectivas unidades de análisis</i> | 108 |

Lista de figuras

| | |
|---|-----|
| Figura 1 <i>Pregunta sobre la frecuencia con que realizan actividades experimentales</i> | 16 |
| Figura 2 <i>Pregunta sobre el carácter público o privado de la institución educativa</i> | 17 |
| Figura 3 <i>Pregunta sobre la existencia de un espacio definido como laboratorio</i> | 18 |
| Figura 4 <i>Pregunta sobre dotación del laboratorio</i> | 19 |
| Figura 5 <i>Pregunta sobre la calidad de la dotación del laboratorio</i> | 19 |
| Figura 6 <i>Pregunta sobre los espacios donde se realizan las actividades experimentales</i> | 20 |
| Figura 7 <i>Pregunta sobre incluir la construcción de instrumentos en las actividades experimentales</i> | 21 |
| Figura 8 <i>Pregunta sobre la inclusión de guías que propicien la discusión</i> | 22 |
| Figura 9 <i>Pregunta sobre la relevancia de diseñar y aplicar actividades experimentales</i> | 23 |
| Figura 10 <i>Pregunta sobre la necesidad de un espacio para realizar actividades experimentales</i> | 23 |
| Figura 11 <i>Árbol de problema</i> | 26 |
| Figura 12 <i>IER Piedras Blancas sede El Salado, antes de la remodelación</i> | 71 |
| Figura 13 <i>IER Piedras Blancas sede El Salado, después de la remodelación</i> | 71 |
| Figura 14 <i>Indicaciones iniciales de las planeaciones de clase, parte I</i> | 77 |
| Figura 15 <i>Fragmento de las actividades de apertura de las planeaciones de clase, parte I</i> | 78 |
| Figura 16 <i>Fragmento de las actividades de desarrollo de las planeaciones de clase, parte I</i> | 78 |
| Figura 17 <i>Fragmento de las actividades de cierre de las planeaciones de clase, parte I</i> | 79 |
| Figura 18 <i>Discusión en torno al uso de la pecera en el acueducto veredal</i> | 94 |
| Figura 19 <i>Producción del estudiante P9 al final de la sesión 2</i> | 96 |
| Figura 20 <i>Trabajo cooperativo entre los estudiantes</i> | 100 |
| Figura 21 <i>Prototipo de acueducto veredal elaborado por P5</i> | 105 |
| Figura 22 <i>Microcentro de Escuela Nueva. IER Piedras Blancas Sede Principal</i> | 113 |

| | |
|--|-----|
| Figura 23 <i>Microcentro de Escuela Nueva. Realización de actividades experimentales con los docentes</i> | 113 |
| Figura 24 <i>Evidencias de la aplicación de las planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica en la sede San Ignacio</i> | 114 |
| Figura 25 <i>Participación de la maestra cooperadora en la implementación de las planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica</i> | 115 |
| Figura 26 <i>Visita al acueducto ASOENSE</i> | 116 |

Siglas, acrónimos y abreviaturas

| | |
|-------------|------------------------------------|
| APA | American Psychological Association |
| MSc | Magister Scientiae |
| UdeA | Universidad de Antioquia |
| EN | Escuela Nueva |
| IER | Institución Educativa Rural |
| DBA | Derechos Básicos de Aprendizaje |
| EBC | Estándares Básicos de Competencias |
| MEN | Ministerio de Educación Nacional |

Resumen

Esta investigación surge de la experiencia inicial de algunos de los investigadores, quienes realizaron sus prácticas pedagógicas en una institución educativa privada del Valle de Aburrá, acompañando los procesos de enseñanza de la física en los grados décimo y undécimo. Durante esta etapa, se destacó la carencia de actividades experimentales que promovieran el desarrollo del pensamiento físico. Esta deficiencia también se manifestó en los primeros años de formación de los estudiantes, subrayando la necesidad de abordar este aspecto.

En este sentido, emerge como objetivo de investigación analizar las posibles contribuciones que se puedan generar para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física en la básica primaria bajo el modelo de Escuela Nueva, con el uso de la experimentación cualitativa exploratoria en la planeación de las actividades de clase.

La metodología propuesta se basa en un enfoque cualitativo y utiliza el método de investigación acción participativa, esto se debe a que la intención no es solo comprender una situación en un contexto específico, sino también promover el cambio social y mejorar así las prácticas relacionadas con esta situación. Por lo tanto, resulta fundamental para el proceso involucrar a todos los participantes.

Como conclusión, se puede afirmar que esta experiencia formativa brindó a los estudiantes una valiosa oportunidad para involucrarse activamente en la construcción y validación colectiva de su comprensión del mundo natural, ellos en lugar de recibir pasivamente información, lograron participar activamente a través de la implementación de actividades experimentales cualitativas exploratorias y la creación de instrumentos.

Palabras clave: Experimentación cualitativa exploratoria, construcción de instrumentos, procesos discursivos, Escuela Nueva.

Abstract

This research arises from the initial experience of some of the researchers, who carried out their pedagogical practices in a private educational institution in the Aburrá Valley, accompanying the physics teaching processes in the tenth and eleventh grades. During this stage, the lack of experimental activities that promoted the development of physical thinking was visibly noted. This deficiency was also manifested in the first years of students' formation, highlighting the need to address this issue.

In this sense, it emerges as a research objective to analyze the possible contributions that can be generated for the teaching and learning process of physics in elementary school under the Escuela Nueva model, with the use of exploratory qualitative experimentation in the planning of classroom activities.

The proposed methodology is based on a qualitative approach and uses the participatory action research method, this is because the intention is not only to understand a situation in a specific context, but also to promote social change and thus improve practices related to that situation. It is therefore essential for the process to involve all participants.

As a conclusion, it can be stated that this formative experience provided students with a valuable opportunity to become actively involved in the collective construction and validation of their understanding of the natural world; instead of passively receiving information, they were able to actively participate through the implementation of exploratory qualitative experimental activities and the creation of instruments.

Keywords: Exploratory qualitative experimentation, instrument construction, discursive processes, Escuela Nueva, pressure.

Introducción

En el contexto colombiano, la enseñanza de las ciencias, específicamente lo relacionado con el entorno físico suele concentrarse en los grados superiores de la educación básica y media. Sin embargo, esta tendencia a relegar la enseñanza de la física a los grados superiores crea un desequilibrio en la formación de los estudiantes, ya que, en la básica primaria, donde se establecen los fundamentos de aprendizaje, se presta muy poca atención a esta rama de las ciencias.

La ausencia de actividades experimentales en la educación básica primaria puede generar una dificultad significativa en la comprensión de conceptos científicos en la educación básica secundaria. Los estudiantes que no han tenido la oportunidad de participar en experiencias prácticas durante sus primeros años de educación pueden enfrentar un déficit en sus habilidades para visualizar, conectar y aplicar los principios científicos en etapas posteriores de su formación. Esta brecha en la experiencia puede limitar su capacidad para comprender y apreciar plenamente la ciencia, lo que subraya la importancia de incluir actividades experimentales desde edades tempranas para construir una base sólida en educación científica.

La falta de énfasis en la enseñanza de las ciencias en la básica primaria, especialmente en entornos rurales como la Escuela Nueva en Colombia, plantea un importante problema de equidad educativa y limita el acceso de los estudiantes a las habilidades y el conocimiento científico esenciales para comprender y participar en el mundo actual. Es esencial abordar este desafío y buscar formas de promover una educación en ciencias más inclusiva y accesible para todos los estudiantes. (Parra 2020)

A partir de lo anterior, surge el interés de investigar los aportes que las actividades experimentales de tipo cualitativo exploratorio y la construcción de instrumentos tienen en el desarrollo de los procesos discursivos y en la comprensión de los conceptos físicos en los niños de tercero, cuarto y quinto grado de la IER Piedras Blancas, sede El Salado, donde se sigue el modelo de Escuela Nueva, ubicando el concepto presión como eje articulador de dicho proceso.

Acorde con esto, la investigación presenta la siguiente estructura: un apartado inicial que define el planteamiento de la situación problema y su respectiva justificación, además, los antecedentes y pregunta de investigación. El siguiente apartado define los objetivos, general y específicos para esta investigación. Luego, se presenta el apartado donde se encuentra el componente

teórico de la investigación, dentro del cual se hace énfasis en una construcción de imagen de ciencia para el grupo de investigadores, en las actividades experimentales y su incidencia para la enseñanza de las ciencias en la básica primaria, además, su contribución al desarrollo de elementos del pensamiento físico, todo esto pensado para la escuela rural, específicamente bajo el modelo de escuela nueva. Más adelante, se presenta un apartado que define el modelo metodológico de la investigación, el cual incluye método y enfoque, contexto, estrategias para el registro de información, información sobre la secuencia didáctica y el plan de análisis a implementar. Posteriormente, se presenta un apartado denominado resultados y análisis, dentro del cual se desarrolla el análisis de la información y los hallazgos encontrados. Para finalizar se presentan los apartados relacionados con las implicaciones didácticas, consideraciones finales y recomendaciones.

Planteamiento del Problema y Justificación

A partir de la observación de clase realizada durante el tiempo de seminario de la práctica pedagógica I, en un colegio de carácter privado del municipio de Envigado, se evidencia que muchos estudiantes de estos grados presentan dificultades en el manejo de algunos instrumentos de medida y en muchas ocasiones no los conocían o no los habían visto nunca.

Además, se pudo observar en las instalaciones de la institución educativa que en la enseñanza de la física en los grados superiores, se presenta ausencia de actividades experimentales en las cuales se den orientaciones para la elaboración o utilización de instrumentos de medida y en las pocas ocasiones en que se llevan a cabo, simplemente se usaba como un aparato para la toma de un dato, sin dar mucha más profundidad a este, de tal forma que no se evidencia una relación entre los contenidos que se desarrollan en las prácticas de laboratorio y sus experiencias en la cotidianidad.

En el diálogo con algunos de los estudiantes y al mirar los planes de estudio, metodologías y procesos de enseñanza del colegio, se hace evidente que, durante la primera etapa de enseñanza de los estudiantes, es decir, en la básica primaria, se presenta ausencia de actividades experimentales que ayuden al desarrollo del pensamiento físico, además, la implementación y construcción de instrumentos también denota una gran ausencia, lo que suscita las siguientes reflexiones:

Se pierde el papel de la actividad experimental como práctica que ayuda a despertar y desarrollar la curiosidad en edades tempranas, y que se convierten en actitudes que acercan al estudiante al conocimiento científico, lo que sirve para la construcción del aprendizaje, de tal forma que puedan resolver, analizar, explicar y comprender los fenómenos con los que estos se enfrentan e interactúan en su vida cotidiana.

No hay una formación científica que contribuya a la comprensión de una realidad con argumentos sólidos, de tal forma que puedan lograr hacer relaciones entre los hechos y las ideas con sus causas o efectos.

A largo plazo, en grados superiores, se presentan dificultades para los estudiantes para el desarrollo de las actividades experimentales, pues en la mayoría de estas actividades se necesita de algún instrumento de medida que sirven para la interpretación de un fenómeno en específico, sin embargo, el alumno viene con una ausencia desde la educación primaria para el manejo y conocimiento de los instrumentos, por lo que no tiene un adecuado desarrollo del pensamiento físico y de las actividades que se les proponen para su formación.

Es por esto que esta investigación está enfocada en abordar esta problemática desde la formación inicial con estudiantes de primaria, al aplicar diferentes actividades experimentales de tipo cualitativo, que sirven como desarrollo que orientan los procesos de reflexión y explicaciones a fenómenos, además, se realiza una vinculación de la enseñanza de la física con la cotidianidad que tiene cada estudiante en su entorno cercano a su escuela y viviendas.

Para lograr esto, fue necesario realizar un cambio de institución. La primera parte de la práctica pedagógica implicó la observación y el acompañamiento en un espacio con estudiantes de bachillerato, mientras que la segunda parte se llevó a cabo en otra institución con estudiantes de primaria, específicamente, en una escuela rural llamada Institución Educativa Rural Piedras Blancas, sede El Salado, la cual orienta sus procesos de enseñanza-aprendizaje bajo la metodología de Escuela Nueva.

En este punto, con el ánimo de confrontar lo que estos estudiantes de los grados superiores pertenecientes al primer centro de práctica mencionaron, con algo más tangible, se toma la decisión de aplicar una encuesta con preguntas cerradas que ayudarán a constatar qué tan objetivas eran estas percepciones. El cuestionario contó con 10 preguntas y se aplicó a docentes de física de instituciones públicas y privadas que solo han realizado su ejercicio docente en los grados superiores. Si bien el carácter cerrado de las preguntas no permite determinar la visión de los docentes frente a las actividades experimentales, si se convierten en un punto de partida para el interés particular de esta investigación de mostrar una idea de cómo asumir las prácticas experimentales y la construcción de instrumentos dentro de estas actividades, especialmente en la interacción con niños de la básica primaria.

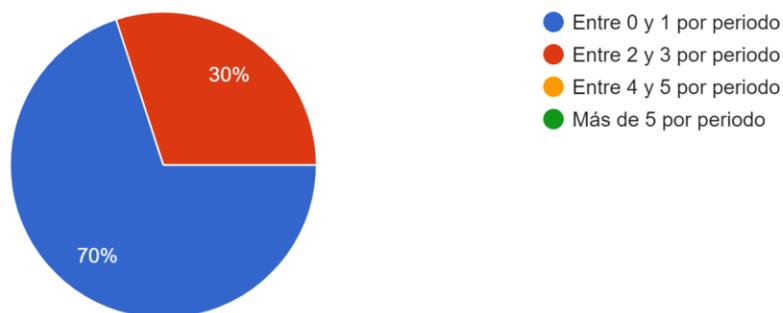
Inicialmente se pregunta a los docentes por la frecuencia con la cual realiza actividades experimentales con sus estudiantes, donde el 70% de la muestra manifiesta realizar actividades de este tipo al menos una vez por periodo y el 30% restante entre dos y tres actividades experimentales por periodo (ver figura 1).

Figura 1

Pregunta sobre la frecuencia con que realizan actividades experimentales

¿Con qué frecuencia desarrolla usted con sus estudiantes actividades o prácticas experimentales relacionadas con las temáticas propuestas dentro del plan de estudios?

10 respuestas



Nota. Fuente el formulario es creación propia en www.googleforms.com

Esto inicialmente deja en evidencia que los docentes de física de los grados superiores contemplan incluir en su propuesta este tipo de actividades, pero la frecuencia con que se proponen deja abierta la discusión sobre si estas actividades se realizan con el fin de comprobar la teoría trabajada en las clases.

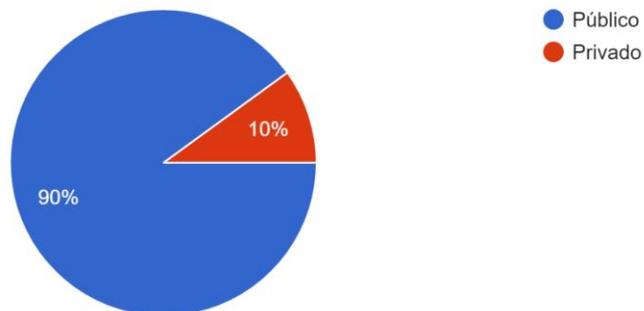
La siguiente pregunta tiene como objetivo clasificar la muestra entre IE públicas o privadas, lo cual arroja como resultado que el 90% son docentes de IE públicas y el 10% restante de colegios privados (ver figura 2).

Figura 2

Pregunta sobre el carácter público o privado de la institución educativa

¿La institución donde usted acompaña la asignatura de física es de carácter público o privado?

10 respuestas



Nota. Fuente el formulario es creación propia en www.googleforms.com

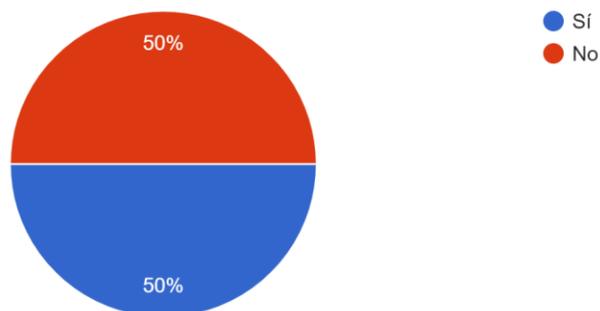
Para la pregunta tres, los participantes deben contestar si cuentan con un espacio destinado para realizar actividades o prácticas experimentales (laboratorio), a lo cual el 50% manifiesta que si cuenta con ese espacio y el otro 50% que no (ver figura 3).

Figura 3

Pregunta sobre la existencia de un espacio definido como laboratorio

¿En su institución existe un espacio definido para realizar prácticas o actividades experimentales (laboratorio)?

10 respuestas



Nota. Fuente el formulario es creación propia en www.googleforms.com

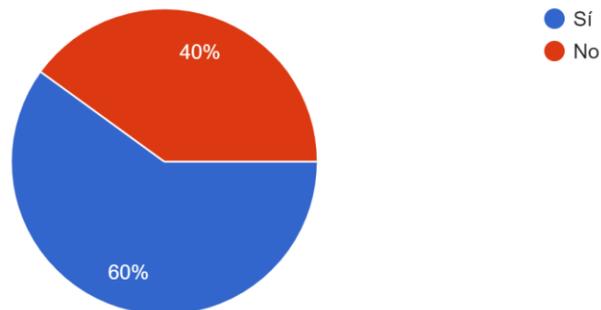
Al revisar la información, se encontró que de las nueve instituciones públicas que participaron de la encuesta, cinco de ellas cuentan con un espacio definido para realizar las prácticas experimentales, lo que se toma como referencia para las siguientes preguntas, donde se les consulta a estos docentes que cuentan con laboratorio si este se encuentra dotado, a lo cual el 60% (tres docentes) responden que sí y el 40% (dos docentes) responde que no, además, a quienes responden afirmativo (tres docentes), se les pregunta por la calidad de la dotación, afirmando en un 100% que la dotación del espacio es regular (ver figuras 4 y 5).

Figura 4

Pregunta sobre dotación del laboratorio

¿El espacio destinado para realizar las actividades o prácticas experimentales (laboratorio) cuenta con dotación?

5 respuestas



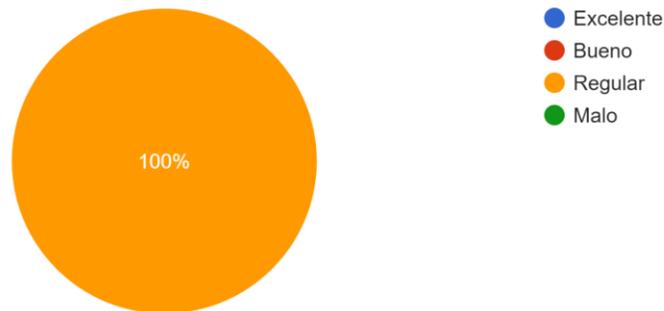
Nota. Fuente el formulario es creación propia en www.googleforms.com

Figura 5

Pregunta sobre la calidad de la dotación del laboratorio

Indique, según su criterio, que tan dotado se encuentra el espacio destinado en la institución educativa para la realización de las actividades o p...s (laboratorio) de acuerdo con la siguiente escala:

3 respuestas



Nota. Fuente el formulario es creación propia en www.googleforms.com

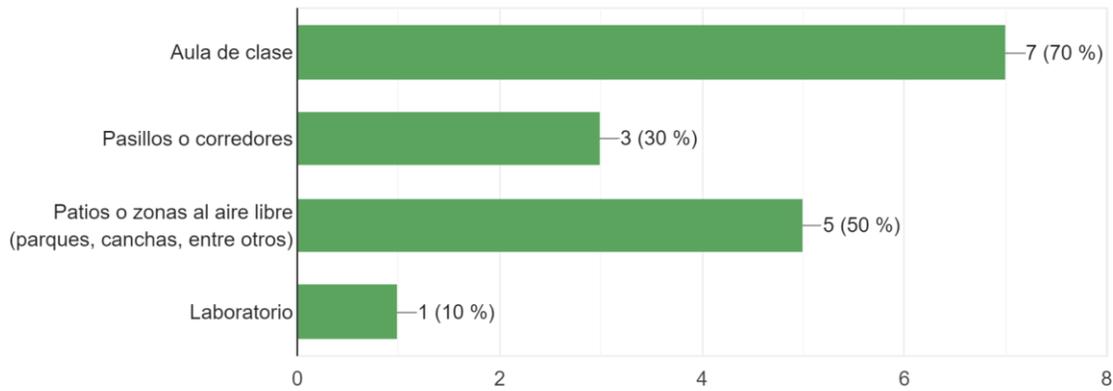
Luego, al preguntar a la totalidad de los encuestados por los espacios que utiliza para realizar actividades experimentales, se observa que tan solo una persona hace uso exclusivo del espacio del laboratorio, el resto prefieren espacios como el aula (siete docentes), pasillos o corredores (tres docentes) y patios o zonas al aire libre (cinco docentes). Esto es relevante para efectos de la investigación ya que, a pesar de contar con el espacio destinado para este tipo de actividades, la encuesta refleja que no se usa, lo cual puede estar relacionado con lo manifestado anteriormente en cuanto a la regular dotación, o quizá con otros aspectos como el manejo de los instrumentos que se tiene (ver figura 6).

Figura 6

Pregunta sobre los espacios donde se realizan las actividades experimentales

¿Cuáles de los siguientes espacios suele utilizar para realizar actividades o practicas experimentales?

10 respuestas



Nota. Fuente el formulario es creación propia en www.googleforms.com

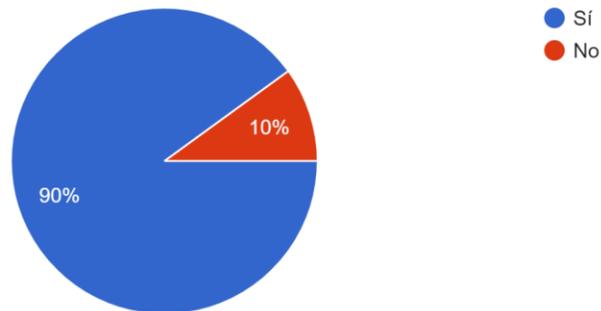
Al consultar por el diseño e implementación de actividades experimentales que incluyan la construcción de instrumentos, el 90% manifiesta que, si lo hace, el 10% restante indica que no. De igual manera se consulta por el diseño de guías que permitan la discusión alrededor de lo observado por los estudiantes y el 80% responde que sí lo hace, el 20% restante no lo hace. Esto da pie para pensar en las diferentes formas que se están abordando las actividades experimentales y la construcción de instrumentos en los diferentes espacios donde se trabaja la enseñanza de la física, adicional a esto, permite cuestionar si estas prácticas están llegando a los grados inferiores (ver figuras 7 y 8).

Figura 7

Pregunta sobre incluir la construcción de instrumentos en las actividades experimentales

¿Diseña actividades o prácticas que incluya la construcción de instrumentos o artefactos para su realización?

10 respuestas



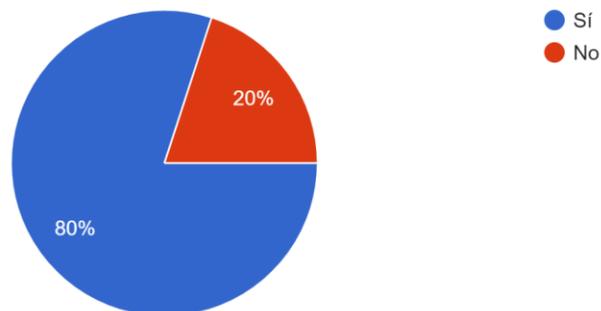
Nota. Fuente el formulario es creación propia en www.googleforms.com

Figura 8

Pregunta sobre la inclusión de guías que propicien la discusión

¿Diseña guías para sus actividades o prácticas experimentales que propicien la discusión frente a lo observado por los estudiantes?

10 respuestas



Nota. Fuente el formulario es creación propia en www.googleforms.com

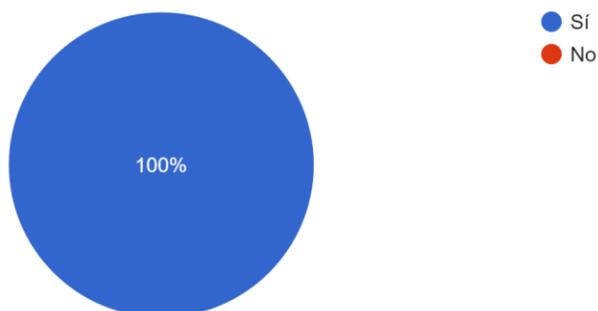
Para finalizar, se pregunta a los docentes sobre la pertinencia dentro de su quehacer del diseño y aplicación de actividades experimentales, donde el 100% manifiesta estar de acuerdo en que es

necesario contemplar la experimentación en el ejercicio de enseñanza de la física, sin embargo, de forma muy ambigua a lo ya mencionado, en la última pregunta se consulta por la necesidad para estos docentes de contar con un laboratorio para realizar las prácticas experimentales, a lo cual el 80% responde que sí y tan solo un 20% responde que no, dejando en el aire la sensación de una postura muy positivista, donde el lugar para la experimentación está reservado exclusivamente para el laboratorio. Sumado a esto, el hecho de que los laboratorios de las instituciones públicas no se encuentren bien dotados (lo cual se menciona a razón de las respuestas en la pregunta sobre la calidad de la dotación), podría ser uno de los motivos para que la frecuencia con que los docentes realizan actividades experimentales sea relativamente baja, dejando este ejercicio a un hipotético momento de comprobación de la teoría (ver figuras 9 y 10).

Figura 9

Pregunta sobre la relevancia de diseñar y aplicar actividades experimentales

¿Considera usted relevante dentro de su que hacer el diseño y aplicación de actividades experimentales?
10 respuestas



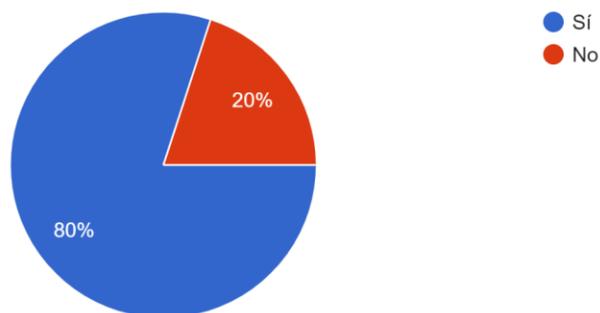
Nota. Fuente el formulario es creación propia en www.googleforms.com

Figura 10

Pregunta sobre la necesidad de un espacio para realizar actividades experimentales

¿Considera usted necesario la existencia de un espacio físico determinado para realizar actividades o prácticas experimentales (laboratorio)?

10 respuestas



Nota. Fuente el formulario es creación propia en www.googleforms.com

La información que se toma de la encuesta aplicada a los docentes, los acercamientos a la enseñanza de la física en el primer centro de práctica por medio de la interacción con los estudiantes de los grados superiores, la observación realizada en la IER, el seguimiento a los planes de estudio y la propuesta para la enseñanza de la ciencias bajo el modelo de escuela nueva y algunos trabajos de investigación como los de Parra (2020), Arboleda y Arroyave (2021), sugieren una posible relación entre el contexto de la educación primaria y los grados superiores de la educación media en cuanto a la falta de propuestas que incluyan actividades experimentales y la construcción de instrumentos en la planificación de las clases para la enseñanza de la física.

Estas dificultades se presentan en gran medida porque los procesos de enseñanza que se llevan al aula no se enfocan en el desarrollo de las actitudes y habilidades que proponen los DBA (Derechos Básico de Aprendizaje), los cuales van encaminados a conceptos de luz, sombra, cambios de estados de la materia. etc. Muchos de los conceptos descritos anteriormente tienen poca relevancia a la hora de ser llevados a los espacios de clase, donde es evidente que se profundiza más en otros conceptos que están relacionados con el entorno biológico.

Esto se da en gran medida porque en los docentes se encuentra muy arraigada una idea de ciencia positivista, marcada por el tradicional método científico, lo que se hace evidente a la hora de

llevar las actividades experimentales en el hecho de que no se les saca todo el potencial que éstas tienen, quedando opacadas en gran medida por los métodos clásicos de la enseñanza.

Todo lo anterior conlleva a que, en esta investigación, se centre la atención en las situaciones problematizadas en el contexto de la educación en la básica primaria, y especialmente en el entorno rural. Es así como finalmente se elige como población a la IER Piedras Blancas, sede El Salado, Guarne-Antioquia, la cual trabaja bajo el modelo de Escuela Nueva.

Para Romero et al. (2013) la incorporación de actividades experimentales en la enseñanza de la física emerge como un elemento fundamental para estimular y potenciar el desarrollo del pensamiento físico y de habilidades discursivas, tanto en los primeros años escolares como en la educación media. Esta metodología pedagógica no solo constituye una herramienta efectiva para la comprensión de conceptos abstractos, sino que también fomenta el aprendizaje activo y participativo.

En los primeros años escolares, las actividades experimentales despiertan la curiosidad innata de los estudiantes, permitiéndoles explorar fenómenos físicos de manera tangible. La manipulación de objetos, la observación directa y la interacción con el entorno físico proporcionan una base sólida para la comprensión de principios fundamentales. Además, estas experiencias prácticas facilitan el desarrollo de habilidades motoras, cognitivas y de resolución de problemas desde edades tempranas.

A medida que los estudiantes avanzan hacia la educación media, las actividades experimentales se convierten en una herramienta crucial para consolidar y profundizar el conocimiento adquirido. La realización de experimentos no solo refuerza conceptos teóricos, sino que también promueve la capacidad de análisis crítico y el pensamiento científico. Los estudiantes se enfrentan a la tarea de diseñar experimentos, recopilar datos, analizar resultados y comunicar sus hallazgos, lo que contribuye al desarrollo de habilidades discursivas y argumentativas esenciales.

La experimentación en la enseñanza de la física no solo se trata de adquirir conocimientos, sino de cultivar la capacidad de aplicar esos conocimientos en situaciones del mundo real. Además, al fomentar la participación activa, se estimula el interés y la motivación intrínseca hacia la física, estableciendo las bases para futuros estudios y carreras científicas.

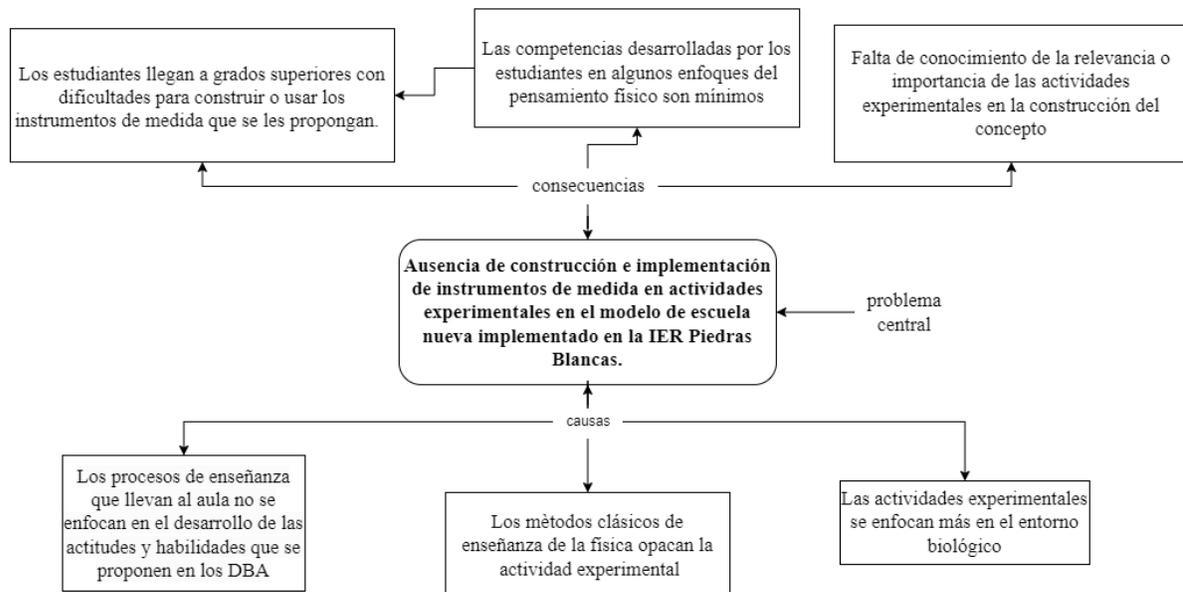
En el contexto de la educación rural en Colombia, la integración de actividades experimentales en la enseñanza de la física adquiere una importancia aún más significativa. La implementación de este enfoque dentro del marco de la Escuela Nueva no solo permite abordar las particularidades y desafíos propios de las zonas rurales, sino que también contribuye a cerrar brechas

educativas. Las actividades experimentales, al ser adaptadas a entornos rurales, no solo conectan a los estudiantes con la ciencia de manera práctica, sino que también incorporan elementos relevantes de su contexto local. Este enfoque no solo estimula la participación activa de los estudiantes, sino que también fortalece la conexión entre el aprendizaje científico y las realidades específicas de la educación rural en Colombia, promoviendo así una educación más inclusiva, participativa y contextualizada. La Escuela Nueva, al integrar actividades experimentales, no solo enriquece la experiencia educativa, sino que también contribuye a cultivar la curiosidad y el pensamiento crítico en los estudiantes rurales, preparándolos para enfrentar los desafíos del siglo XXI con una base sólida y pertinente.

A continuación, se presenta un diagrama con un resumen que permite entender la problemática que se describe y cada uno de los apartados mencionados anteriormente (ver figura 11).

Figura 11

Árbol de problema



Nota. Fuente la imagen es creación propia en <https://app.diagrams.net/>

Antecedentes

Los antecedentes encontrados en la presente investigación dan cuenta de la forma en que se concibe la enseñanza de las ciencias en estudiantes de educación primaria en el contexto colombiano, lo cual permite reflexionar sobre la manera en que se desarrollan los contenidos en las aulas. Asimismo, posibilita cuestionar los diversos sistemas de enseñanza en relación con los contenidos y la manera en que se concibe la experimentación dentro de la enseñanza de la física.

Tomando en cuenta lo manifestado, a continuación, se presentan una serie de investigaciones a nivel nacional e internacional, en las cuales se analizan las posibles relaciones que existen entre la enseñanza de la física en la educación básica primaria, las actividades experimentales, los instrumentos de medición y las escuelas en entorno rural, particularmente el trabajo bajo el modelo de escuela nueva.

Nacionales

León (2017), en su propuesta de investigación para optar al título de Magíster en educación de la UNAB Colombia, la cual intituló *“Instrumentos de medición mediadores en el fortalecimiento del pensamiento métrico en niños de grado tercero de la Institución Educativa rural Bosconia, del municipio de Bucaramanga”*, realiza una articulación entre la historia de la medición, el por qué medimos y su relevancia en el mundo moderno, la posibilidad de utilizar diferentes instrumentos del entorno cercano de los niños para medir y el impacto que esto puede generar en los resultados de las pruebas estandarizadas propuestas por el MEN. para dicha propuesta León (2017) utiliza la metodología de investigación acción.

Por otro lado, Mejía (2014) en su tesis para optar al título de Magister en enseñanza de las ciencias exactas y naturales de la UNAL Colombia, titulada *“Implementación de actividades experimentales usando materiales de fácil obtención como estrategia didáctica en la enseñanza aprendizaje de la química en la básica secundaria”*, analiza la relevancia de la experimentación con estudiantes de educación media, haciendo énfasis en la didáctica de la enseñanza y la posibilidad de trabajar las actividades experimentales en química con materiales cotidianos o de fácil obtención.

La tesis de maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales de la UNAL Colombia, la cual lleva por título: *“Herramienta didáctica para la enseñanza del concepto de presión hidrostática y principio de Arquímedes mediado por plataforma virtual Moodle offline”* realizada por Mora (2017) propone actividades experimentales para llevar a cabo en la presencialidad y la

virtualidad, articuladas por una secuencia didáctica en la versión off line de la plataforma Moodle, herramienta didáctica para la comprensión del concepto de presión hidrostática y principio de Arquímedes, utilizando una plataforma virtual que sirve como instrumento que ofrece múltiples posibilidades en la comprensión del concepto. Este trabajo destaca como la realización de experimentos desempeña un papel de gran relevancia en la comprensión de los fenómenos físicos, ya que, a través de estas prácticas, los estudiantes tienen la oportunidad de confirmar o ajustar sus perspectivas y conceptos.

Vargas (2020), en su tesis intitulada *“La noción del tiempo : caracterización y construcción del instrumento y su unidad de medida”*, la cual le valió para obtener el título de Licenciada en Física de la Universidad Pedagógica Nacional, menciona la importancia de los procesos de pensamiento que surgen al estudiar el concepto de tiempo por medio de lo que denominó “experiencias sensibles”, procurando que por medio de estas, los estudiantes generan su propio lenguaje acercándose y rescatando relación estrecha entre el concepto, la medida y el instrumento, mientras que en el proceso se amplía las bases fenomenológicas por medio de la experimentación.

En el trabajo de investigación titulado *“El papel del instrumento en el análisis de la medida peso: un proceso de recontextualización”*, presentado por Carmona, Vanegas y Mosquera (2013) en la facultad de educación de la Universidad de Antioquia, indaga sobre las oportunidades que brindan las actividades experimentales y el análisis de los fenómenos por medio de instrumentos de medida en aras de la construcción del conocimiento científico, sugiriendo la experimentación como recurso complementario de las diversas teorías físicas trabajadas en el aula y una herramienta fundamental en las formas contemporáneas de la enseñanza de la física.

La tesis de Maestría realizada por Quinto (2016) en la Universidad de Antioquia, la cual tiene como título *“La experimentación en la clase de ciencias y la construcción social de conocimiento científico. Reflexiones sobre el proceso de medición en torno al fenómeno de flotación de los cuerpos”*, se fundamenta en la necesidad expuesta desde la experiencia docente por rescatar el principio fundamental de la enseñanza de las ciencias naturales según el MEN, el acercamiento al conocimiento científico, además, la necesidad de llevar al aula reflexiones de orden histórico y epistemológico por medio de la experimentación y los procesos de medición que se llevan a cabo.

Arroyave y Arboleda (2021), en su trabajo de investigación para optar al título de licenciados en matemáticas y física de la Universidad de Antioquia, el cual lleva por nombre *“La actividad experimental como medio para la construcción de pensamiento físico de los niños de Escuela Nueva,*

un desafío para los tiempos de pandemia”, hace referencia a las implicaciones del uso de actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias y la construcción del pensamiento físico, específicamente con niños de primaria que trabajan bajo el modelo de escuela nueva. El trabajo en mención contó con una particularidad en cuanto a su desarrollo, ya que fue realizado en el mismo centro de práctica elegido para esta investigación durante el periodo de pandemia y pospandemia a razón de la situación de salud pública que se generó por el COVID-19. La investigación se desarrolló bajo el paradigma de investigación cualitativa, bajo el método de casos, todo esto basado en Stake (2010).

En la tesis *“Enseñanza de las ciencias en la escuela rural con las TIC : una mirada frente a los aportes para asumir este reto en zonas rurales de Colombia”* , trabajo de investigación para optar al título de Magíster en Educación de la Universidad de Antioquia, Parra (2020) propone tomar la producción científica volcada a la enseñanza de las ciencias y profundizar en su valor desde una postura más crítica por medio del uso de las TIC, especialmente en los alcances de estas en el proceso educativo en las escuelas rurales. Realiza consideraciones como el privilegio otorgado en la escuela rural a las metodologías tradicionales, las cuales, según el investigador, alejan el conocimiento científico de la realidad de los estudiantes y la posibilidad de otras alternativas, caso contrario de la teoría del aprendizaje significativo crítico.

Silva (2020) en su tesis para optar al título de Magíster en Educación de la Universidad de Antioquia intitulada *“Realidades inmersivas para la educación rural: experiencias de docentes y estudiantes en el modelo Escuela Nueva”*, a partir de la definición de escuela nueva según el ministerio de educación nacional, esboza el panorama de la educación rural con respecto a la urbana, enunciando las falencias que se presentan en términos de eficacia y continuidad, reconociendo el trabajo del docente y la virtud de las cartillas para la escuela nueva, pero a su vez, notando las falencias en la articulación positiva con el entorno y la necesidad de integración con las TIC, privilegiando las vivencias y experiencias de los autores en el desarrollo de las diferentes actividades.

Internacionales

En su trabajo de grado para optar el título de Licenciado en Educación de la universidad de Valladolid España, el cual tiene como título *“La experimentación en un aula de educación primaria”*, Martínez (2020) realiza una crítica al modo de enseñanza de las ciencias en la educación

primaria y la forma en que se han llevado a cabo los contenidos. En su trabajo con alumnos de cuarto grado de educación primaria de la CEID, en ciencias naturales propone un modelo de experimentación como recurso didáctico en donde la teoría y la práctica se trabajan unificadamente permitiendo así que los estudiantes tengan varias maneras de construir conocimiento.

Por otro lado, Miguel (2017) en su tesis para optar el título de licenciado en educación de la universidad de Sevilla, España, la cual tiene como título *“La ciencia a través de la experimentación en educación primaria”*, cuestiona la forma en que se llevan a cabo los contenidos en la enseñanza de las ciencias naturales y hace una crítica a la mirada tradicional de esta. Propone un enfoque práctico de la enseñanza en estudiantes de primaria, basado en una serie de experimentos y actividades en el aula con instrumentos de fácil acceso. Su investigación busca que la experimentación sea un complemento en el desarrollo de los contenidos por lo cual se convierte en una herramienta en la enseñanza de las ciencias en las aulas.

Pregunta de investigación

¿Qué contribuciones se pueden generar para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física en la básica primaria bajo el modelo de Escuela Nueva a través del uso de la experimentación cualitativa exploratoria en la planeación de las actividades de clase?

Objetivos

Objetivo general

Analizar las posibles contribuciones que se puedan generar para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física en la básica primaria bajo el modelo de Escuela Nueva, con el uso de la experimentación cualitativa exploratoria en la planeación de las actividades de clase.

Objetivos específicos

Identificar los aportes al desarrollo de procesos discursivos en los estudiantes de la educación básica primaria, bajo el modelo de escuela nueva, a través de la generación de instrumentos para la construcción del conocimiento científico.

Describir las potencialidades que se generan con la orientación de la experimentación cualitativa exploratoria en las clases de física en la escuela nueva para la movilización del trabajo individual y la relación de la escuela con el entorno.

Marco Teórico

La construcción de la imagen de ciencia como guía de investigación

Con el fin de tomar una postura sobre las diferentes perspectivas que han circulado a razón de las temáticas que se plantean en la investigación, las cuales hacen posible reflexionar sobre la manera en que la enseñanza de las ciencias aborda cada una de estas temáticas y con el fin de tener elementos discursivos que permitan llevar a cabo la construcción del objeto de estudio, se hace necesario evidenciar los distintos puntos de vista que ayudan a encaminar esta concepción de ciencia y conocimiento científico, en este sentido, es imprescindible realizar un recorrido histórico sobre estas distintas posturas.

Popper (1980), conocido por su influencia en la filosofía de la ciencia y su desarrollo del concepto de la *falsabilidad*, argumenta que la característica distintiva de la ciencia es su capacidad de ser falsada, es decir, refutada mediante pruebas empíricas. Según su criterio de demarcación, una teoría o hipótesis científica debe ser formulada de tal manera que sea posible encontrar evidencia que la contradiga. Si una afirmación no puede ser refutada, según Popper (1980), no es científica. Esto se opone a las afirmaciones pseudocientíficas que no permiten ser probadas de manera empírica. El autor propone entonces el método hipotético-deductivo como el núcleo de la investigación científica. En este enfoque, los científicos formulan hipótesis y teorías que son sometidas a pruebas rigurosas y críticas.

La ciencia progresa mediante la refutación de hipótesis y teorías que no resisten las pruebas, lo que lleva a la formulación de nuevas y mejores explicaciones. En este sentido, se rechaza la idea inductivista de que se pueden obtener leyes generales a partir de la observación y la acumulación de datos empíricos y se argumenta que la inferencia inductiva no puede justificar la verdad de una teoría, ya que siempre existe la posibilidad de que datos futuros contradigan las generalizaciones basadas en la experiencia pasada.

Tomando en cuenta lo mencionado y para efectos de esta investigación, se interpreta del autor que la ciencia es un proceso continuo de corrección y mejora, que las teorías científicas son provisionales y están sujetas a revisión a medida que se acumulan más datos y se realizan experimentos más precisos, además, que la ciencia no puede alcanzar la certeza absoluta, pero puede acercarse cada vez más a la verdad a través de la refutación y la mejora constante de las teorías.

Popper (1991), creía que la ciencia es el producto de personas que buscan resolver problemas a través del ensayo y error. En este sentido, la ciencia no debe entenderse como algo fundamentalmente diferente del sentido común ordinario, la ciencia se hace de manera sistemática y rigurosa, asumiendo los aciertos de forma provisional como éxitos relativos y descartando totalmente los intentos fallidos o errores.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, es posible considerar que la construcción de la teoría del conocimiento se va realizando a medida que los estudiantes participan a través de las distintas experiencias, logrando distinguir las causas y efectos de los diferentes eventos, sin embargo, es necesario tener en cuenta que tanto los resultados que se consideran exitosos, como con los denominados fallidos, son igual de importantes en la construcción de ese conocimiento y que no es posible solo tomar los que son exitosos, ya que muchos intentos que se pueden llamar fallidos, históricamente se ha mostrado que han servido como ideas para después convertirse en desarrollo de nuevas teorías.

Por otra parte, Kuhn (1962) sostiene que toda actividad científica se desarrolla bajo un *paradigma*, concepto introducido por este en la filosofía de la ciencia. Desde esta perspectiva, se entiende un paradigma como el conjunto de creencias, valores, métodos y estándares compartidos por los miembros que hacen parte de una comunidad científica en un determinado momento histórico. Estos paradigmas son la base sobre la cual se construye la investigación y la práctica científica en una disciplina específica.

El autor entonces considera que el conocimiento científico es una estructura construida por un comunidad donde los pilares fundamentales que deben interactuar dentro de esa comunidad es la teoría y la experiencia, con el fin de lograr un conocimiento tácito, el cual se adquiere por medio de la propia experiencia y se basa en la construcción personal y el contexto, entendiendo este como la comunidad científica a la cual pertenece, de tal forma que el conocimiento científico se obtiene a medida que se tienen experiencias o prácticas orientadas a la comprensión de la naturaleza de un suceso, es decir “naturaleza y palabra se aprenden al unísono. Utilizando una vez más una útil frase de Michael Polanyi, lo que resulta de este proceso es un *conocimiento tácito* que se obtiene practicando la ciencia, no adquiriendo reglas para practicarla” (Kuhn, 1962, p. 292).

A partir de esto, se entiende que, así como los intentos fallidos que propone Popper (1991), esta perspectiva de ciencia propuesta por Kuhn (1962), permite pensar en una ruptura, la cual da cabida a la reflexión sobre los resultados arrojados por las diferentes experiencias, permitiendo el

debate crítico dentro de la comunidad científica y aportando criterios para entender la ciencia como algo que históricamente es un producto inacabado, de aprendizaje continuo y con oportunidad de entenderse y aprenderse desde diferentes perspectivas, donde el recorrido histórico de esta, su impacto social y cultural juegan un papel importante. El surgimiento de anomalías para Kuhn (1962), brinda la posibilidad de ver los problemas del pasado como la oportunidad para el surgimiento de nuevas teorías, esto a partir de la experiencia, permitiendo que lo *anormal* se convierta en ese momento en lo esperado y pase más adelante a ser quizá el nuevo argumento a debatir.

Desde otra perspectiva, Lakatos (1978) quien contribuye a la filosofía de la ciencia, en particular, al desarrollo de la metodología de los programas de investigación científica, a menudo denominada *programa de investigación de Lakatos*, ofrece una visión única y compleja sobre cómo la ciencia avanza y cambia con el tiempo.

Lakatos (1978), rechaza la visión ingenua de la ciencia como una acumulación lineal y progresiva de conocimiento. En su lugar, propone que la ciencia se desarrolla en lo que llama *programas de investigación*. Cada programa de investigación está basado en un núcleo duro de principios y suposiciones fundamentales. Este núcleo es inmutable y esencial para el programa, sin embargo, considera que las teorías científicas estaban enmarcadas en programas que podían cambiar y desarrollarse a través de heurísticas¹ positivas y negativas. Las heurísticas negativas se utilizan para proteger el núcleo duro de un programa de investigación frente a anomalías o críticas externas. En contraste, las heurísticas positivas se utilizan para desarrollar y mejorar un programa mediante la introducción de nuevos conceptos, teorías o métodos.

Este autor argumenta que la ciencia progresa a través de la comparación de programas en lugar de la mera falsación propuesta por Popper (1991), es decir, su propuesta se preocupa por el progreso científico, pero lo ve en términos de programas de investigación. Un programa es progresivo si puede resolver problemas previamente no resueltos o hacer nuevas predicciones exitosas. El progreso se mide en relación con otros programas competidores.

Todo lo mencionado, permite realizar una idea alrededor de las implicaciones de la actividad científica bajo la propuesta de este autor. Este defiende la idea de que la actividad científica es un proceso racional, donde los científicos deben ser críticos y estar dispuestos a ajustar sus programas

¹ Se entiende por heurísticas aquellas indicaciones o recomendaciones que surgen en medio del desarrollo científico, con la finalidad de realizar cambios en la teoría.

de investigación en función de la evidencia empírica y las críticas. Sin embargo, también reconoce que los científicos pueden ser reacios a abandonar un programa ante una anomalía aislada si el programa en su conjunto sigue siendo progresivo, pensando este progreso más como el resultado de un complemento y no la sustitución entre teorías.

Por otro lado, se encuentra la propuesta de Feyerabend (1975), quien defiende la idea de que no debe existir una metodología fija o reglas universales para la ciencia, rechaza la noción de que la ciencia sigue un camino lineal hacia la verdad, y, además, sostiene que no hay un único método científico superior. En lugar de esto, abogaba por una *anarquía* epistemológica en la que múltiples enfoques y métodos podrían ser permitidos y considerados válidos. Este autor es crítico con el dogmatismo y la autoridad en la ciencia, argumenta que el respeto excesivo por las teorías y métodos establecidos podía inhibir el progreso científico y fomentar la conformidad en lugar de la creatividad, es decir, que los científicos deben ser libres de explorar nuevas ideas y métodos sin restricciones.

Feyerabend (1975), hace énfasis en que la ciencia debe entenderse en su contexto histórico y cultural, propone que las teorías científicas y los métodos de investigación son influenciados por factores sociales, políticos y culturales, lo cual lleva a la idea de que no se puede evaluar una teoría científica sin considerar su contexto. También destaca el pluralismo metodológico, al cual se refiere como que diferentes enfoques y métodos deben ser aceptados y probados en la ciencia, lo que fomenta una mayor diversidad de perspectivas y permite la exploración de nuevas ideas.

Al tomar en cuenta lo mencionado sobre Feyerabend (1975), se hace posible destacar que con respecto a Lakatos (1978), pese a que comparten una visión crítica de la ciencia tradicional, toman distancia en la medida en que están dispuestos a cuestionar y desafiar las normas y reglas en la ciencia. Lakatos (1978) mantiene cierta estructura y racionalidad en su enfoque, mientras que Feyerabend (1975) aboga por una mayor flexibilidad y diversidad en la actividad científica. Estas perspectivas divergentes contribuyen al debate sobre la naturaleza de la ciencia y la metodología científica.

Por otro lado, Hacking (1996) centra su idea de ciencia en la interacción compleja entre los conceptos, las categorías y la realidad, así como en cómo la ciencia contribuye a la construcción de entidades y categorías en el mundo. Su propuesta sostiene que la ciencia tiene la capacidad de influir en la realidad al construir categorías y conceptos que se vuelven *intervenibles* en el mundo. Esto significa que las teorías científicas pueden dar lugar a cambios en la realidad al influir en cómo se perciben y se tratan ciertos fenómenos.

Este autor introduce el concepto de *entidades dependientes de la teoría* para referirse a objetos y fenómenos que no existen independientemente de la teoría que los describe y sostiene que las teorías científicas pueden dar lugar a la creación de nuevas categorías y entidades en el mundo. También, explora cómo las categorías científicas evolucionan a lo largo del tiempo, cómo estas pueden cambiar y dividirse a medida que las teorías científicas se desarrollan y se modifican, haciendo énfasis en que este proceso de cambio y evolución de las categorías es una parte fundamental de la actividad científica.

Hacking (1996), hace énfasis en la importancia de la representación en la ciencia, toda vez, que las teorías científicas son herramientas de representación que permiten entender y lidiar con aspectos específicos del mundo, considerando que, a medida que las teorías cambian, nuestras representaciones del mundo también cambian. Para el autor es relevante el cómo las prácticas de observación y medición en la ciencia pueden influir en la construcción de entidades y categorías, señala que la observación no es un proceso pasivo, sino que puede dar lugar a nuevas entidades y categorías a través de la interacción entre el observador y lo observado.

Se hace importante entonces, para efectos de esta investigación, hacer referencia de esa postura de Hacking (1996) al respecto de lo que en su momento interpreta de Kuhn frente a lo que significa una revolución científica. Según Hacking (1996), una revolución científica, para Kuhn, “produce una nueva manera de dirigirse a algunos aspectos de la naturaleza” (p. 133) y da lugar a “un mundo diferente” (p. 133), categorizado de nuevas maneras. “Pero esta novedad no es la producción de nuevas entidades en la mente. Es la imposición de un nuevo sistema de categorías sobre los fenómenos, incluidos los creados recientemente” (p. 133).

Dando un giro en cuanto a las perspectivas presentadas hasta el momento, se trae a colación la propuesta de Solís (1994), la cual presenta un corte más sociológico de la ciencia. Primero, sugiere una distinción entre lo que puede entenderse por ciencia e ideología; para él, lo primero busca una comprensión plena de la realidad por razones puramente epistemológicas, mientras que lo segundo está relacionado con intereses sociales, dicho en sus propias palabras “Así, las ciencias duras estarían determinadas por buenas razones epistemológicas, mientras que el pensamiento ideológico debía explicarse mostrando los intereses sociales que promovía” (p. 65).

Solís (1994) menciona que el verdadero conocimiento científico es el resultado de nuestra interacción con la naturaleza, cuyos intereses equivocados influyen en el proceso racional, la sociología debe intervenir además de desempeñar un papel significativo en la narrativa histórica, ya

que proporciona una explicación amplia de la historia para revelar sus métodos e impacto social, es decir, basado en lo mencionado por autores como Laudan (1977) y su *Principio de Arracionalidad*, Solís (1994) indica que:

Dado que el conocimiento científico genuino es el resultado de nuestro comercio con la naturaleza, sólo es necesario echar mano de las explicaciones sociológicas cuando algunos intereses espurios interfieren con el proceso racional provocando errores y distorsiones; en una palabra, la sociología vale para explicar el error y la desviación de la regla racional: el terreno adecuado para el sociólogo de la ciencia es el basurero de la historia de la ciencia. (p. 66-67)

Por otro lado, Solís (1994) asegura que los historiadores deberían tener en cuenta los argumentos y los intereses a la hora de explicar el progreso de la ciencia, ya que, por un lado, los argumentos aseguran la coherencia de las narrativas históricas, lo que las hace comprensibles, pero en algunos casos, estos no son suficientes para explicar el rumbo que toma el común ante la incertidumbre racional, por lo que se hace necesario analizar los intereses y motivaciones en el trabajo de la colectividad para que la narración de la historia sea más fácil de comprender. El autor enfatiza en la necesidad de entender el conocimiento científico como un producto de la propia comunidad, por lo que no se puede hablar de probabilidades o conocimientos universalmente probados, ni mucho menos de verdades únicas, toda vez que este se relaciona con un momento cultural específico, el cual influye sobre cada grupo de personas. De esta forma, adhiere la idea de la existencia de una estrecha relación entre la ciencia, la experiencia y la toma de decisiones sociales.

Solís (1994), deja clara su postura de oposición frente a lo que podría entenderse como *relativismo radical*, ya que dentro de su perspectiva de ciencia encuentra inadmisibles pensar en una *lógica absolutista* que se aplique a todos los escenarios sociales. En sus palabras:

De modo que, aunque una vez formuladas las reglas de juego, las ciencias formales pueden desarrollarse internamente sin mirar al mundo, la vindicación de su operatividad en el conjunto del conocimiento no es ajena a consideraciones empíricas y convenciones sociales, y por tanto serían susceptibles como toda otra creencia de las negociaciones sociales caras a los sociólogos, lo que entraña a considerar a la lógica de manera relativista. (p.79)

Todo lo mencionado da pie para reseñar, como históricamente los objetivos de la ciencia y la necesidad de sostener una teoría, en algunos casos, han evitado el crecimiento de la misma a razón

de ignorar las interpretaciones sociales y culturales que de manera crítica se han construido alrededor de algunos fenómenos científicos, según Solís (1994):

Da la impresión de que los objetivos de la ciencia empírica entrañan modos de proceder que, en colaboración con la obstinación de la naturaleza, pone algún que otro límite a los intereses y a la construcción social de la realidad. (p.83)

De esta forma, al realizar una interpretación de las diferentes posturas de ciencia presentadas y su relación con lo percibido en la actualidad, se encuentra que el modelo educativo tradicional, o mejor aún, que en las propuestas actuales promedio utilizadas para la enseñanza de la ciencia, existe una marcada distancia con la posibilidad de generar una ruptura que desligue la ciencia del absolutismo en el cual a sido enfrascada, mostrando en definitiva un producto acabado, sin espacio para la reflexión, la crítica, impidiendo de alguna manera la generación de oportunidades para pensar, ya que todo se presenta pensado y determinado por otros expertos, es solo cuestión de someterlo a la comprobación. Todo lo mencionado, obedece a una postura positivista por parte de los docentes de ciencias, lo cual fomenta una actitud pasiva en el proceso de aprendizaje por parte de los estudiantes, quienes no tienen otra alternativa más que creer en lo que se les comparte, sin oportunidad de discusión ni crítica, limitando la experiencia a ser considerada un instrumento de comprobación.

Sobre las actividades experimentales

Hasta el momento se viene hablando de la importancia de la actividad científica, las formas como tradicionalmente se ha abordado la construcción de conocimiento y las implicaciones que tienen en la enseñanza de las ciencias. Ahora bien, para tener una idea más general del papel que la ciencia y la enseñanza le otorgan a la experimentación se considera importante centrar la presente investigación en el análisis de los siguientes aspectos: la mirada clásica del papel de la experimentación en la ciencia y la experimentación en la enseñanza y aprendizaje de la física. Esto permite una visión más amplia del rol del experimento en las diferentes representaciones históricas, lo cual hace posible rescatar la importancia multidimensional que tiene la actividad experimental y posibilita otras maneras en que se puede llevar a cabo la enseñanza y el aprendizaje de la física.

La experimentación en la ciencia

Ciertos estudios sobre investigaciones en ciencias (Iglesias, 2004; Ferreirós y Ordóñez, 2002) ponen de manifiesto la importancia que ha tenido la historia de la ciencia en la producción de conocimientos, de igual forma permite el análisis a los problemas que se han presentado durante la enseñanza de las ciencias (Romero y Aguilar, 2011), donde se considera importante la reflexión histórico-crítica sobre aspectos relacionados con actividades científicas que pueden contribuir con la mejora de las prácticas y en efecto pensar la enseñanza como ese escenario que aporta al desarrollo evolutivo de una comunidad cultural.

De acuerdo con lo planteado en el apartado *La construcción de la imagen de ciencia como guía de investigación*, se puede afirmar que la manera de estudiar la ciencia no es absoluta. Esto quiere decir que no hay una sola vía para transitar y que es necesario considerar las discusiones, polémicas, necesidades e intereses personales y sociales que abren el abanico a las problemáticas que se presentan en una comunidad, así como su naturaleza, el método, la forma en que se legitima o se validan las teorías y el papel que se le da a la actividad experimental en relación con las actividades científicas.

Los diálogos que se han generado con respecto a la naturaleza de la actividad científica acerca de sus principios y bases en la sociedad en términos de ahondar por el conocimiento, han generado interrogantes que ponen a las distintas ramas del conocimiento científico en la búsqueda de diferentes fuentes que le permitan debatir sobre preguntas como: ¿Qué es la ciencia? ¿Qué es una teoría? ¿Cómo se produce el conocimiento científico? ¿Cuál es el papel del experimento en la actividad científica? ¿Cómo se valida o instala una teoría? ¿Cuál es el objeto de la ciencia? ¿Cómo se construye conocimiento científico?

Históricamente el debate entre la teoría y la experimentación está presente en la filosofía de la ciencia, donde se observa un predominio de la tradición teórica sobre la experimental. Desde esta perspectiva de la tradición del teoreticismo, Ferreirós y Ordóñez (2002) cuestionan la concepción Popperiana donde se universaliza la teoría como único método de concebir la ciencia y en donde el experimento queda sujeto a la validación de esta, es decir, que el experimento no tiene otra validez más que la toma y verificación de datos que son comprobados con la teoría.

Por otro lado, la visión Kuhniana, aunque trasciende con su propuesta de estudiar la ciencia desde una perspectiva histórica no dista de la visión Popperiana en considerar que la experimentación yace en función de la teoría.

Iglesias (2004) invita a pensar en la solución de dichas problemáticas desde un enfoque amplio, es decir, no solo desde la teoría, sino que se piense en posibles soluciones que se le pueden dar a los problemas de la ciencia reflexionando sobre la experimentación en relación con actividades prácticas en el proceso de enseñanza -aprendizaje.

Así mismo, esta nueva imagen de ciencia permite el acercamiento a otros conceptos que no se consideran en la concepción tradicional, donde se considera importante las actividades de laboratorio y la manera de percibir los elementos que subyacen en estas (Iglesias, 2004).

Todo lo anteriormente mencionado, conlleva de igual forma a plantearse cuestionamientos dentro del ámbito de la enseñanza de la ciencia, como ¿Cuál es el papel de la ciencia en las instituciones educativas? ¿Cuál es el papel de la enseñanza en la ciencia? ¿Dónde se ubica la actividad experimental en el ejercicio pedagógico?

Las respuestas a estos interrogantes se constituyen en perspectivas históricas. Amelines et al. (2017) indican que el enfoque de estudios histórico-críticos en la ciencia desde lo pedagógico, se constituye en una herramienta de recontextualización de prácticas y saberes científicos con propósitos pertinentemente abordados en los contextos escolares. De acuerdo con esto, se posibilita abordar discusiones desde la historia, la filosofía, la sociología de la ciencia, entre otras ramas, que permiten el desarrollo de estrategias que complementan las actividades de enseñanza.

Ahora bien, de acuerdo con lo planteado respecto a la concepción de ciencia y en la problemática detectada en el centro de práctica, se hace necesario el desarrollo de un enfoque que permita articular la práctica científica en relación con aspectos históricos y perspectivas del conocimiento científico, que conlleven a adecuadas reflexiones sobre la educación en ciencias (Romero y Aguilar, 2011).

Haciendo una extrapolación de lo comentado por Iglesias (2004) en relación con la teoría, la práctica experimental y el ámbito de la enseñanza de la física, se puede concluir que la experimentación juega un papel importante dentro del proceso de aprendizaje, dado que ofrece a los estudiantes la oportunidad de una comprensión más profunda de conceptos que se presentan inicialmente como abstractos, además, permite la consolidación del conocimiento y la adquisición de habilidades críticas y argumentativas.

Todos estos cuestionamientos son posibles de abordar mediante las reflexiones en torno a asuntos epistémicos de la constitución del conocimiento científico y que pueden presentarse como

elementos susceptibles de transformación, para convertirse en herramientas dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

La actividad experimental en la enseñanza de la física

Bien es sabido que la experimentación nunca ha estado ausente en la actividad científica, desde la antigüedad el hombre se ha visto en la necesidad de explorar experimentos que le han permitido el desarrollo de avances en las grandes civilizaciones en relación con una necesidad y un entorno.

Con la aparición del método científico que tuvo sus inicios en el siglo XVII con Galileo Galilei surge la ciencia experimental, aquí el experimento se utiliza con fines de verificar o comprobar una teoría y descubrir nuevas leyes. En este sentido, el experimento está dentro de la teoría, la teoría es lo primero y primordial (Ferreirós y Ordóñez, 2002). Según esta perspectiva clásica del conocimiento científico, el experimento solo sirve para comprobar la validez de las teorías desde las bases del empirismo lógico o falsearlas desde la concepción Popperiana. Kuhn (1962), si bien hace una crítica fuerte, queda reducida al marco de la teoría ya que como lo menciona Iglesias (2004) “llama la atención el desconocimiento de Kuhn sobre la importancia de la actividad experimental en la filosofía de la ciencia” (p. 8). Según esto, Kuhn se enfrasca en la concepción heredada de la ciencia al dejar entrever cómo la experimentación yace inmersa en la teoría. Ahora bien, si Kuhn no considera relevante la experimentación en la actividad científica, su libro supone un devenir en términos del progreso científico, ya que este fue el comienzo para que surgieran las perspectivas socioculturales que entran hacer reflexiones sobre las actividades experimentales en términos de cómo se construye conocimiento en relación con la historia y la comunidad.

Ahora bien, para ir configurando la importancia que tiene la actividad experimental en esta investigación y el impacto que puede desarrollar las posibles reflexiones que surgen del presente trabajo para la enseñanza de la física, es importante retomar la idea de que la experimentación nunca ha sido un tema nuevo en las actividades científica y que la dicotomía entre la teoría y la experimentación ha favorecido sustancialmente a la teoría (Iglesias, 2004; Ferreirós y Ordóñez, 2002). Para ver la importancia que tiene el experimento dentro de las actividades científicas es importante regresar unos siglos atrás y mirar los trabajos de algunos científicos teóricos como Newton, Ohm, Ampere, Weber, quienes más que desarrollar teorías, sus prácticas consistían en

métodos experimentales (Ferreirós y Ordóñez, 2002) y sus trabajos a través de la historia de la ciencia han aportado enormemente al desarrollo de la física.

Posteriormente, los trabajos de Maxwell y Faraday ponen de manifiesto la necesidad de replantear la práctica científica mirando la influencia que adquiere la experimentación en el proceso científico. Ferreirós y Ordóñez (2002) comparten el pensamiento de Hacking (1996) en cuanto a que la ciencia debe reconsiderar lo que se empezó en el siglo XVII, donde se pone como base la experimentación y que en la modernidad debe tomar el protagonismo como lo ha tenido la teoría en otras épocas de la historia.

Hacking realiza un análisis de la influencia de los experimentos del astrónomo William Hershel (1738-1832), quien construyó el telescopio más grande de su tiempo y realizó más de 200 experimentos observando los filtros de colores que transmitían las diferentes sensaciones de calor. Así mismo, otras actividades experimentales que contribuyen con el avance científico en el desarrollo de la física, como es el caso de los experimentos realizados por Faraday, que permiten que Maxwell desarrolle la teoría del electromagnetismo, lo que le permite esbozar ideas en las cuales, argumenta por qué para él “la experimentación tiene una vida propia” (p. 178), y no es simplemente un momento de comprobación de asuntos teóricos. Ferreirós y Ordóñez (2002), enfatizan sobre lo importante que es la experimentación en las actividades científicas y afirman que la actividad científica sin experimentación es nada, es decir, es imprescindible la ciencia sin el protagonismo experimental, lo cual se mencionó líneas atrás. Esta perspectiva de darle el papel que merece el experimento lo pone en el mismo plano de la teoría, es decir, aquí la teoría no es más importante que el experimento (Ferreirós y Ordóñez, 2002).

Con el surgimiento del arte, la empresa científica empieza a relacionar asuntos de la filosofía y la técnica. En esta forma de dimensionar la ciencia no basta solo con elaborar teorías a raíz de concepciones empíricas, sino que el arte permite una observación más detallada en cuanto a la manipulación directa de objetos en relación con la interpretación de fenómenos. Ahora bien, esta nueva imagen de pensar la ciencia asociada a los estudios que ha hecho la sociología de la ciencia, la instalan en una relación sociocultural donde los fenómenos se entienden no solo desde experiencias y las formas en que se conciben, sino en un abanico amplio de reflexiones que permiten construcciones en vías de desarrollo y evolución de la ciencia.

La experimentación facilita los procesos de enseñanza de la física. Desde esta mirada es importante que el docente reflexione sobre el papel que ha tenido el experimento en la enseñanza

tradicional, en la cual la visión positivista opaca la dinámica de la actividad científica, en donde el experimento se ve como una actividad fundamentada en una visión teórica donde en la práctica los elementos conceptuales o se demuestran o contrastan por medio de esta (Romero y Aguilar, 2011). Lo anterior posibilita que el maestro de ciencias replantee las prácticas experimentales en las clases, de manera que se favorezca el discurso científico y las dinámicas en la enseñanza de la física.

El objeto de estudio en la presente investigación privilegia la mirada de ciencia de Ferreirós y Ordóñez (2002), en la cual el papel del experimento es fundamental en el desarrollo de nuevos conceptos y en la construcción de conocimiento, además, debe estar en la misma línea de la teoría, contando con total autonomía.

La experimentación en la enseñanza de la física debe tener presente la reflexión histórica, donde el estudiante asocie elementos históricos que hacen parte de las diferentes perspectivas en que se ha construido el conocimiento. Así mismo la importancia sociocultural como construcción humana, ya que enseñar física supone enseñar a resolver situaciones basadas en intereses y necesidades de una comunidad.

La experimentación en la enseñanza de la física se convierte en un camino para desarrollar procesos que demanda la comunidad científica, donde explorar, observar, inferir, elaborar anotaciones, presentar informes, extrapolar, analizar, interpretar y argumentar, entre otras, son formas de la dinámica experimental por medio de la cual se permiten posibles reflexiones en el proceso enseñanza - aprendizaje.

Clasificación de las actividades experimentales

Las concepciones que se tienen hasta ahora en el presente trabajo, con respecto a la importancia del papel del experimento en las actividades científicas y las implicaciones que tienen en la ciencia y en su enseñanza, ponen de manifiesto la importancia de la actividad experimental para llevar a cabo el desarrollo de esta investigación. De acuerdo con esto y teniendo en cuenta a Ferreirós y Ordóñez (2002), se considera importante en la ciencia y en su enseñanza, hacer reflexiones sobre los modelos empírico-positivistas que aún siguen predominando, los cuales llevan a que se replanteen en los debates de la filosofía experimental donde se busca rescatar una imagen más amplia de la actividad experimental, por medio de algunas dinámicas experimentales en relación con el papel que cumplen los instrumentos en las actividades experimentales.

La filosofía de las prácticas experimentales permite entonces una nueva configuración de la ciencia que se ocupa de lo experimental y rechaza al teoreticismo como esa tendencia a considerar que es la única forma de construir conocimiento. Además, el nuevo experimentalismo abre la estrecha relación entre filosofía (lógica, teorización, argumentación) y experimento (técnica, manipulación, observación). Un híbrido entre filosofía y técnica (Ferreirós y Ordóñez, 2002). Según lo anterior, el experimento abarca una forma más amplia de ser asumido presentando una tipología más general dando cuenta de los diversos casos que se desarrollan en este. Dentro de las tipologías se encuentran: la experimentación cualitativa exploratoria y la experimentación cualitativa guiada.

Si bien desde Ferreirós y Ordóñez (2002) ha habido un malentendido por parte de filósofos y científicos de la línea del positivismo al considerar que el proceso de elaboración de teorías comienza con mediciones y datos cuantitativos, es importante resaltar el papel de los instrumentos ya que estos permitieron hacer distinciones entre instrumentos matemáticos, ópticos y filosóficos. Desde esta perspectiva, se hace posible clasificar los experimentos entre cualitativos y cuantitativos. De acuerdo con esto se considera importante una mirada a la experimentación que trascienda el problema mencionado, considerando para el caso las actividades cualitativas exploratorias y guiadas.

En la física la experimentación cualitativa exploratoria es fundamental en la formación de conceptos (Ferreirós y Ordóñez, 2002). De acuerdo con esto es posible desarrollar reflexiones que lleven al discurso teórico promoviendo así nuevas prácticas experimentales.

Cabe entonces resaltar, que en la actividad cualitativa exploratoria el análisis de los fenómenos se hace por medio de la exploración de los instrumentos donde se establecen las variables con el fin de comprender de una mejor manera el fenómeno.

“La experimentación guiada emplea diseños experimentales en función de las teorías relevantes” (Ferreirós y Ordóñez, 2002, p. 65). Ahora, si este método es importante para verificar teorías, esta consideración se hace importante en la manera como se relaciona con lo exploratorio ya que son dos aspectos importantes en la actividad experimental. Es decir, probablemente convendrá considerar lo exploratorio y lo guiado como dos fases interactivas de la actividad experimental.

Un ejemplo claro de la experimentación cualitativa exploratoria es el caso de la construcción del barómetro, donde el estudiante lo elabora, interactúa con el instrumento, lo manipula y lo utiliza además de conocer aportes históricos que le permiten plasmar situaciones en la evolución histórica en la ciencia. Desde este aspecto se le permite al estudiante: observar, comparar, inferir, clasificar, analizar y sintetizar llegando a la argumentación, sobre esto Ferreirós y Ordóñez (2002) afirman que:

Siempre que se encuentra un nuevo dispositivo experimental, y más aún cuando se inventa algún nuevo instrumento, tiene lugar una intensa actividad de carácter exploratorio. Se trata simplemente de probar lo que puede hacerse con el nuevo experimento o dispositivo, de variar las circunstancias imaginativamente y ver qué pasa. (p. 64)

Para el desarrollo de las actividades experimentales en la presente investigación, donde se trabaja el concepto presión con estudiantes de escuela nueva en el corregimiento de Piedras Blancas (vereda el salado), estas se llevan a cabo utilizando la tipología de experimentación cualitativa exploratoria al inicio, donde se diseñan actividades experimentales que permiten la exploración y la búsqueda de resultados por medio de la interacción con los instrumentos. Se espera que a través del instrumento los estudiantes puedan comprender el fenómeno y se permita durante las experiencias aportar elementos claves en la construcción del concepto, en este caso el concepto de presión. Posteriormente, se hace la transición a la experimentación cualitativa guiada en la cual los investigadores guían las actividades y son mediadores en la construcción de conceptos.

Los instrumentos desde la filosofía de las prácticas experimentales

Iglesias (2004) dice: “notamos que los científicos no observan pasivamente la naturaleza, sino que intervienen con aparatos, con técnicas que le permiten producir lo que hoy denominamos un efecto científico” (p. 115), desde esta perspectiva se puede ver el instrumento como el resultado de una actividad concreta de la experiencia que facilita y mejora la exploración de los fenómenos. La implicación del instrumento en la ciencia ha servido para acabar con gran cantidad de mitos que existen en las miradas tradicionales de la ciencia en donde el papel experimental se basa en realizar buenas observaciones siendo estas las que permiten la construcción de teorías; desde esta mirada la carga experimental se reduce a elaboraciones teóricas de fenómenos observables en la naturaleza (Ferreirós y Ordóñez, 2002).

Los trabajos en ciencias muestran la importancia de la actividad experimental en todas las etapas del conocimiento científico en donde físicos teóricos realizaban actividades experimentales en busca de encontrar medios para llegar al conocimiento. como lo mencionan: Ferreirós y Ordóñez (2002) “todas esas teorías físicas que fueron el origen tanto del fisicismo como del teoreticismo estuvieron cargadas de experimentación. Desde Gilbert y Galileo en adelante, lo obvio es que la base empírica de la física está formada por resultados experimentales” (p. 58). Si bien esto muestra que

la experimentación no es un asunto ajeno a la teoría durante el desarrollo de la ciencia; se evidencia la necesidad de crear artefactos para trabajar en la comprensión de fenómenos que no son tan sencillos de analizar.

Ahora bien, según Solís (1994) se entiende a la comunidad científica como ente social que se centra en problematizar las necesidades de una cultura, esta consideración es importante ya que los filósofos experimentales se preocupan por resolver un problema que afectaba a la sociedad; en este sentido, la comunidad científica ya no se ve como una institución que resuelve problemas que solo le competen a los científicos, sino que el papel de la ciencia está implicado en resolver los problemas que suelen ser de importancia para el desarrollo de toda una cultura. Se puede mencionar que en los avances más significativos que se han producido en la historia de la humanidad ha estado presente la ciencia. Un ejemplo muy claro es en la revolución industrial donde se crea la máquina de vapor para solucionar el problema de las inundaciones en las minas de carbón en Inglaterra. En esta, por medio del calor, el agua evaporada se transforma en movimiento, este hecho es solo la antesala de muchos avances en el campo del transporte entre otros. Después del ejemplo anterior, se evidencia todo un proceso histórico donde la construcción de un instrumento soluciona un problema social y determina uno de los avances tecnológicos más progresivos en la humanidad. Esto se complementa con lo planteado por Ferreirós y Ordóñez (2002), en cuanto que analizar el fenómeno del calor ya no resulta ser tan sencillo a la luz de elementos simples sino desde una perspectiva fabricada o tecnológica.

Hacer la comparación entre aparatos e instrumentos supone hacer la reflexión del papel que cada uno representa en la historia, así como de las tradiciones que surgen producto del trabajo de muchos investigadores insertos en la práctica (Iglesias, 2004). Desde esta perspectiva, construir un artefacto dentro de una tradición supone una imagen de ciencia dentro de la cual se elaboran aparatos que evidencian esa creencia.

Continuando el planteamiento de Iglesias (2004) los comerciantes son los encargados de hacer aparatos para las ciudades más desarrolladas y laboratorios de alta calidad, nos muestran cómo funcionan y que se puede hacer con ellos. Desde esta mirada la construcción de artefactos no permite el análisis de la actividad experimental. Siguiendo con de Iglesias (2004): el artefacto debe ser posibilitador de descubrimiento científico y al manipularlo se debe reconocer el papel del científico en busca de conocimiento por medio de la relación: naturaleza - fenómeno - arte.

Importancia de la medición en la física

Para entender mejor el papel del instrumento en la medición, es importante el análisis que se hace de la clasificación de los instrumentos. Ferreirós y Ordóñez (2002) plantean una clasificación de instrumentos entre matemáticos, ópticos y filosóficos. Los instrumentos matemáticos nos permiten hacer mediciones cuantitativas precisas, prolongando de este modo la tradición de los instrumentos astronómicos, mientras que los instrumentos filosóficos pertenecen a fenómenos naturales y se asocian a resultados cualitativos. Si bien esta distinción es importante, aún los instrumentos filosóficos no permitían hacer mediciones precisas y se caía en la tendencia positivista de asumir que toda elaboración teórica supone una medición y datos cuantitativos precisos. La invención del barómetro y el termómetro son el ejemplo claro de estudiar un fenómeno clasificado mediante experimentación cualitativa, en donde al tener un mayor conocimiento de los fenómenos con los cuales se relacionaban se clasifican en cuantitativos. Esta mirada posibilita comprender el papel del instrumento en la medición y hacer la distinción entre experimentos cualitativos y cuantitativos. De igual forma, permite una mejor comprensión de lo útil que resulta el instrumento en las actividades experimentales en todos los procesos de la transformación del instrumento, ya que mediante un periodo de modificación y de análisis de los fenómenos que puede registrar llega a convertirse en artefacto y medidor preciso.

Ahora bien, no podemos ver el instrumento solo desde el punto de vista de medir ya que desde esta concepción se limita su papel a un uso de creencia positivista, donde se verifican datos o se aprende a medir algunas propiedades. En el presente trabajo esa forma de concebir el instrumento no es apropiada como único medio para el desarrollo de actividades experimentales, sino que este pone en función los sentidos y la habilidad de crear experimentos modelados en la cultura del científico que experimenta. Se puede definir entonces al instrumento como artefacto que permite desarrollar experimentos con el objetivo de buscar comprender un fenómeno. Esta definición surge a razón de las concepciones de Ferreirós y Ordóñez (2002) en donde la historia del instrumento lo lleva a ser productor de nuevos efectos al punto de medidor preciso, e Iglesias (2004) donde los instrumentos permiten tomar distancia de la visión de espectador y reconocer que la ciencia es una actividad donde influyen diversas variables, entre ellas la conciencia de los sujetos que los realizan.

El papel de los instrumentos en la ciencia

De acuerdo con lo planteado en los apartados anteriores, la escuela se convierte en un escenario para realizar actividades experimentales, las cuales permiten el análisis para la comprensión de fenómenos. donde el instrumento juega un papel importante dentro de la enseñanza siempre y cuando la perspectiva de este no sea simplemente como una herramienta, sino que permita configurar una relación entre objeto, mente y arte la cual permite avances significativos dentro del proceso.

Dotar al estudiante de aparatos e instrumentos en el aula permite el contacto directo con estos, motivando al interés por las actividades experimentales y la comprensión de los fenómenos con mayor facilidad. El desarrollo de actividades experimentales por medio de instrumentos de fácil acceso, posibilita la integración entre estas y el discurso escolar, de modo que el estudiante cuestiona, reflexiona, saca conclusiones y argumenta, entre otras. Las actividades experimentales por medio de instrumentos evidencian el conocimiento científico que se desarrolla durante su implementación, además, permite que el estudiante llegue a conclusiones producto de lo encontrado en las interacciones realizadas durante las actividades, potencializando sus capacidades cognoscitivas.

Este trabajo pretende destacar la importancia de los instrumentos en las actividades experimentales bajo el modelo de escuela nueva, permitiendo a los estudiantes contemplar de manera más cercana una situación física, facilitando así su comprensión y la identificación de conceptos que la definen, convirtiendo el instrumento en mediador para la construcción del conocimiento científico.

Las actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias en la básica primaria y su contribución al desarrollo de elementos del pensamiento físico

Usualmente la enseñanza de la física se enfoca en grados superiores, es decir, en la media académica, y al llegar a estos grados se presentan serias dificultades para la comprensión de los procedimientos y construcción de conocimiento físico, además de los prejuicios y preconcepciones tal vez erradas acerca del manejo de los instrumentos de medida. Otro factor que cabe señalar, es que en las clases se realizan pocas actividades experimentales, que conlleven a la implementación y construcción de instrumentos, que ayuden a promover procesos discursivos en los estudiantes, que

les permita observar y hacer inferencias y tener puntos de partida para el diálogo entre compañeros y maestros, como partes del proceso de construcción de conocimiento.

Al realizar una revisión de los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) en los grados de primaria, se observa una propuesta para desarrollar algunas prácticas experimentales, enfocadas más en un entorno biológico que físico, propiciando que el docente encargado del área de ciencias naturales en esta primera etapa escolar haga hincapié en las actividades orientadas a la experimentación desde la biología y dejando un poco de lado la actividad experimental y la construcción de instrumento desde un componente físico, donde este segundo sirve como procesos de enseñanza para desarrollo científico que contribuyen para la comprensión de la realidad por medio de explicaciones que los estudiantes de primaria, pueden llegar a construir, como vía para adquirir argumentos que les permitan entender mejor las relaciones físicas del entorno en el que conviven.

El Ministerio de Educación Nacional MEN, dispone de una serie de materiales para la enseñanza en todos los niveles educativos, en especial, para la básica primaria, en el cual se encuentran propuestas de cartillas que orientan actividades de aprendizaje en el área de ciencias naturales, en las cuales se encuentran los denominados laboratorios tipo receta (García, 2011), que los profesores y estudiantes siguen al pie de la letra. Eso hace que se pierda esa parte esencial que tienen los niños a edades tempranas como es la curiosidad, ese momento de plantear preguntas y de saber cómo funcionan las cosas a su alrededor, pues de acuerdo con Arcá et al. (1990) la enseñanza en ciencias se concibe como una confrontación de diferentes formas de pensar, y esto desde la educación primaria debe ser clave para que los niños puedan reorganizar su pensamiento a una construcción de ciencia bajo la discusión, las preguntas, las contradicciones y consensos, por lo que la educación para los niños no se trata de seguir una serie de pasos, si no de admitir una postura que los ayude a despertar más esa capacidad de asombro que estos tienen.

Según Segura (2011):

Tenemos pues que una formación científica en preescolar y básica primaria más que relacionarse con la familiarización del niño con conceptos, palabras, términos, etc., tiene que ver con la manera como se ve la realidad inmediata, como se interacciona con ella y como se transforma intencionadamente. (p. 11)

Por eso se vuelve indispensable el papel de la actividad experimental para la construcción del aprendizaje de tal forma que los niños puedan resolver, analizar, explicar y comprender los fenómenos con los que estos se enfrentan e interactúan en su vida cotidiana.

Para esto, resulta de importancia presentar a los estudiantes en el aula de clases actividades experimentales de tipo exploratorio, las cuales resaltan los procesos discursivos para la construcción y validación del conocimiento, al respecto Romero et al. (2013) menciona que “este tipo de experimentación está presente en las primeras fases del desarrollo de una ciencia y su contribución a la configuración de nuevos conceptos y al desarrollo de nuevas perspectivas explicativas es fundamental” (p. 89). Como los alumnos apenas están en su primera etapa para construir su conocimiento acerca de algunos fenómenos, sin duda las experiencias que van a surgir a partir de este tipo de experimentación van a ser fundamental para que ellos construyan explicaciones acerca de las observaciones hechas y los procesos llevados a cabo.

Por todo lo mencionado anteriormente, se considera que a partir de la imagen de ciencia que se defiende, es oportuno desarrollar desde los primeros grados actividades experimentales, dada la capacidad de asombro y curiosidad con la que cuentan los niños que sirve para que las explicaciones que surjan a partir de sus propias experiencias, tengan un mayor impacto en sus reflexiones y en el desarrollo de futuros conceptos o conocimientos que se vayan a abordar en grados superiores.

Análisis de los DBA y EBC para la enseñanza de la física en la primaria

Los DBA (derechos básicos de aprendizaje) son un material curricular que muestra las rutas de aprendizaje que debe tomar cada profesor para que los alumnos logren un aprendizaje año a año desde los grados de Preescolar (transición) hasta once. Estos DBA están discriminados por cada una de las áreas como son: matemáticas, ciencias naturales, ciencias sociales, lenguaje, además de inglés que está dirigido solamente para grados de transición y primaria.

Esta investigación se centra en los análisis de los DBA que van de los grados tercero a quinto en el área de las ciencias naturales, que es el área donde se encuentran los conocimientos y conceptos que deben aprender los estudiantes dentro del campo de la física.

En el grado tercero se encuentran varias actividades que tocan de temas de física como: propagación de la luz en diferentes materiales, comprensión de cómo se produce la sombra, características del sonido y cambio de estado de la materia como por ejemplo el agua a distintas temperaturas, para este último se realiza un experimento que consiste en poner a calentar el agua hasta su punto de ebullición para ver cómo va cambiando de estado, para los otros conceptos se

utilizan algunos materiales (guitarras, linternas, flautas, termómetros, etc.) que ayudan a analizar e interpretar algunos fenómenos alrededor del entorno en los que los estudiantes se encuentran.

En el grado cuarto, los temas de física son pocos, ya que se enfocan más en el componente biológico, los únicos temas que se abordan, son aquellos encaminados en la comprensión del concepto de magnitud y dirección de la aplicación de una fuerza para producir cambios en la forma como se mueve un objeto (su dirección y rapidez), además también se aborda un tema para comprender las ventajas de utilizar máquinas simples, para desarrollar la temática sobre fuerza, se realizan algunas experiencias con los estudiantes donde van aplicando una fuerza a distintos objetos, para la explicación de máquinas simples se utilizan objetos de distintos tamaños para que los estudiantes puedan explorar y entender conceptos como palanca y puntos de apoyo para realizar una mayor fuerza con menos esfuerzo.

Para el grado quinto se contemplan actividades que permitan la comprensión del concepto de circuito eléctrico, para la cual se realizan experimentos a partir de pilas y cables para prender una bombilla, lo que conlleva a la comprensión de cuáles materiales son buenos y malos para conducir la corriente eléctrica, es decir, cuáles materiales son aislantes y cuáles conductores, donde también se realizan algunos experimentos para que los estudiantes puedan identificar las propiedades de algunos materiales.

Las actividades que se proponen necesitan materiales que son de difícil acceso como son las guitarras, termómetros entre otros y pueden ser riesgosos en la utilización con los niños, un ejemplo de esto, es una actividad en la cual se debe hervir el agua, esto puede causar un problema, ya que puede pasar que algún niño se quemara, esto hace entonces que muchos profesores desistan de realizar algunas de las prácticas que se proponen desde los DBA.

Por otro lado se abordan muy pocos conceptos físicos en cada uno de los grados, por lo que la enseñanza de la física se vuelve casi nula y las pocas experiencias que los estudiantes tienen son poco significativas, es por ello que muchos maestros se ven obligados a modificar algunas de las actividades planteadas en los DBA, por lo que planifican cada una de sus clases dependiendo del contexto y materiales que puedan tener a su disposición, de tal forma que los procesos de enseñanza de los estudiantes no se vean afectados, igualmente esto también lo plantea el MEN en los DBA de la siguiente forma:

Es importante tener en cuenta que los DBA por sí solos no constituyen una propuesta curricular y estos deben ser articulados con los enfoques, metodologías, estrategias y

contextos definidos en cada establecimiento educativo, en el marco de los Proyectos Educativos Institucionales (PEI) materializados en los planes de área y de aula. (p. 6)

Por lo tanto, teniendo en cuenta la función orientadora del proceso de enseñanza de los DBA, los profesores se pueden apoyar en estos y tomar decisiones para abordar otras temáticas y otro tipo de actividades que amplíen las temáticas y sirvan para mejorar el desarrollo de las habilidades de los estudiantes. Se considera entonces que en el caso particular del concepto de Presión, aunque no se encuentre de forma explícita en los DBA de los grado de tercero a quinto, se puede realizar un buen trabajo con los estudiantes, pues conceptos como el de fuerza (que sí está contemplado en los DBA), es indispensable para planear y pensar en actividades que sirvan para que los estudiantes puedan entender y diferenciar qué es la fuerza y qué es la presión, además de tener en cuenta que este concepto puede verse y evidenciarse dentro de las dinámicas del contexto cotidiano en el que está la escuela y puede tener un gran impacto en el proceso de aprendizaje de cada uno de ellos.

Por otro lado se realizó una revisión de los Estándares Básicos de Competencias (EBC), estos son un conjunto de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas, que dentro de lo que proponen y su objetivo es que la educación en Colombia sea de buena calidad para un buen desarrollo dentro de la sociedad, para lograr esto, el interés desde el ministerio de educación nacional (MEN) se centran en factores como: el currículo y la evaluación, los recursos y prácticas pedagógicas, la organización de las escuelas y la cualificación docente.

En este sentido, el MEN nos dice que los EBC:

Constituyen uno de los parámetros de lo que todo niño, niña y joven debe saber y saber hacer para lograr el nivel de calidad esperado a su paso por el sistema educativo y la evaluación externa e interna es el instrumento por excelencia para saber qué tan lejos o tan cerca se está de alcanzar la calidad establecida con los estándares. Con base en esta información, los planes de mejoramiento establecen nuevas o más fortalecidas metas y hacen explícitos los procesos que conducen a acercarse más a los estándares e inclusive a superarlos en un contexto de construcción y ejercicio de autonomía escolar. (p. 9)

Como vemos los EBC son un modelo educativo basado en competencias que busca alcanzar que cada una de las personas que se integren al sistema educativo, tenga una educación de calidad y buen desarrollo de las habilidades en cada uno de esas competencias, sin embargo al centrarse en factores como los recursos y la organización de las escuelas ya presenta un problema, puesto que estos apoyos vienen del gobierno y entidades territoriales del país, que se encargan de atender las

necesidades que cada institución educativa tiene, pero esto en muchas ocasiones no se logra y acá es cuando esa educación de calidad no se llega a alcanzar.

Los estándares permiten que el docente pueda ir evaluando la formación y los procesos de enseñanza que cada estudiante tiene para lograr el desarrollo de cada competencia durante toda su época por el sistema educativo, para esta investigación se tienen en cuenta las competencias que se deben desarrollar en ciencias centrados en los grados tercero, cuarto y quinto, ya que al igual que los DBA, los EBC también están divididos en las competencias que cada alumno debe desarrollar en cada grado.

Pero antes de analizar cuáles son cada una de esas competencias que cada estudiante debe ir desarrollando, se debe saber por qué se debe formar en ciencias y que mirada de ciencia se toma desde los EBC, de tal forma que podamos hacer una relación entre la mirada de ciencia que se defiende dentro de la investigación y los procesos que se pretenden realizar con las competencias y procesos que nos proponen los EBC. Así entonces los EBC nos dicen que formar tanto en ciencias sociales como naturales significa:

Contribuir a la consolidación de ciudadanos y ciudadanas capaces de asombrarse, observar y analizar lo que acontece a su alrededor y en su propio ser; formularse preguntas, buscar explicaciones y recoger información; detenerse en sus hallazgos, analizarlos, establecer relaciones, hacerse nuevas preguntas y aventurar nuevas comprensiones; compartir y debatir con otros sus inquietudes, sus maneras de proceder, sus nuevas visiones del mundo; buscar soluciones a problemas determinados y hacer uso ético de los conocimientos científicos, todo lo cual aplica por igual para fenómenos tanto naturales como sociales. (p. 96)

Esto es lo que se pretende hacer desde esta investigación, que los estudiantes a partir de las experiencias que van teniendo en el desarrollo de las actividades que se les vaya a proponer y desde lo que ellos van a observar y percibir, puedan construir explicaciones a los fenómenos que se vayan a enfrentar, de tal forma que puedan realizar relaciones con su entorno, lo que favorece los debates con sus compañeros y la comprensión del mundo.

Para esto los EBC proponen una mirada de ciencia que van encaminando las formas en que se desarrollan las competencias en el área de ciencias, al respecto los EBC enuncian que:

Hacer ciencias, hoy en día, es una actividad con metodologías no sujetas a reglas fijas, ni ordenadas, ni universales, sino a procesos de indagación más flexibles y reflexivos que

realizan hombres y mujeres inmersos en realidades culturales, sociales, económicas y políticas muy variadas y en las que se mueven intereses de diversa índole. (p. 98)

Esta mirada encamina mejor las formas en que los estudiantes van construyendo conocimiento científico, ya que no se centran solamente en la comprobación de hipótesis y seguir un tipo de metodologías o pasos, si no que se da al estudiante cierta libertad para que ellos puedan construir la mejor ruta que los lleve a solucionar el problema al cual se esté enfrentando, esto sirve como procesos de diálogo y análisis crítico a los resultados que puedan ir obteniendo.

Es por esto que se vuelve indispensable la formación científica en las instituciones educativas y más desde una educación temprana y desde los EBC los proponen de una forma muy interesante que sirve para que esa educación de calidad que tanto se pretende desde el desarrollo de las competencias se pueda lograr.

Sin embargo esto está diseñado para alcanzarse a finalizar toda la etapa escolar, educación inicial, básica y media, pero solo en esta última es donde profundiza en la construcción del conocimiento científico y acá es donde se encuentra el problema, ya que sin en esa formación inicial y básica, muchas veces no se llegan a tener éxito en las metas que se proponen en los EBC.

Para cerrar este apartado, lo siguiente sería analizar las competencias que están descritas en los EBC y que deben ser desarrolladas por cada estudiante, centrado en los grados de tercero, cuarto y quinto, para el área de ciencias naturales.

En este sentido se encuentra que, terminado el grado de tercero, los estudiantes deben haberse acercado a un conocimiento científico, donde identifiquen las características de los seres vivos y puedan hacer relaciones con su entorno, de tal forma que puedan realizar preguntas, resolver inquietudes e identificar qué condiciones influyen en las experiencias que vayan teniendo, además de comunicar los resultados obtenidos con sus compañeros de tal forma que se dé un proceso de indagación y debate.

Centrados en el entorno físico, el estudiante debe haber sido capaz de describir diferentes objetos según sus características, establecer relaciones entre las magnitudes y sus unidades, diferenciar los estados de la materia y proponer experiencias para diferentes fenómenos físicos como ondas de sonidos, movimientos, fuerzas, propagación de la luz etc.

Durante la formación del estudiante en los grados de cuarto y quinto, debe al igual que en grados anteriores, formular preguntas y buscar soluciones a partir de los resultados y observaciones que se tengan, pero además realizar mediciones con instrumentos convencionales como la balanza,

balanza, etc. Buscar información en diferentes fuentes como libros, internet y experiencia que hayan tenido y sacar conclusiones a partir de los resultados que puedan compartir con sus compañeros.

Al finalizar el quinto grado, el estudiante debe ser capaz de identificar las características de la materia, los fenómenos físicos y algunas manifestaciones de la energía en el entorno físico. Para lograrlo debe realizar la aplicación de algunos principios físicos que se proponen en estos grados y están descritos dentro de los DBA como: cambios de la materia (termodinámica), fuerza (dirección y sentido), conducción eléctrica, etc.

con todo esto se ve que hay una relación entre los DBA que son las rutas de aprendizaje y material de estudio, con los EBC que son las competencias que cada estudiante debe desarrollar en cada grado a partir de ese material, sin embargo para que una se desarrolle depende de la otra y acá es donde se presenta un problema, ya que al depender de los materiales disponibles en las instituciones y las disponibilidades de los docentes, algunos de esas rutas de aprendizaje no se realizan y por ende no se desarrollan las competencias que están ligadas a ese material de estudio.

El pensamiento físico

Teniendo en cuenta lo expuesto en los anteriores apartados, uno de los principales ejes en los que se centra esta investigación tiene que ver con algunos aspectos del desarrollo del pensamiento físico a través de las actividades experimentales. Según Romero y Aguilar (2011) el experimento no es visto como verificador de conocimiento, o como comprobación de teorías, sino que el conocimiento es visto como una construcción social donde la experimentación está determinada por un marco contextual y teórico donde se desarrolla dicho pensamiento.

Según estos autores, hay dos dimensiones que son la experimentación y la teoría, las cuales no deben estar separadas, por el contrario, deben ser asumidas como complementarias y todo el tiempo están estrechamente conectadas, por lo que no hay distinciones, ya que toda experiencia se rige a partir de ellas, en esta mirada entonces lo que se pretende es que el sujeto pueda establecer relaciones desde las experiencias que vaya teniendo y a partir de ahí es donde se construye el conocimiento científico y se da un desarrollo del pensamiento físico.

En ese desarrollo del pensamiento físico, intervienen varias habilidades que encaminan las formas en que se construye el conocimiento a partir de la relación entre la teoría y la experimentación, algunas de estas son: la argumentación, las habilidades discursivas, entre otras.

Estas están presentes durante toda la práctica experimental y son esenciales para entender qué tipo de conocimiento se está desarrollando. Es por esto que el siguiente apartado se centrará en la importancia de una de estas habilidades en las prácticas experimentales en la formación de los niños en los primeros grados.

Desarrollo de habilidades discursivas en los niños para la construcción de explicaciones a partir de actividades experimentales

Desde la perspectiva de ciencia que se defiende en la investigación y el desarrollo de actividades experimentales de tipo cualitativas y exploratorias, se vuelve necesario en la construcción del conocimiento, prácticas experimentales que permitan la construcción de explicaciones a los sucesos y fenómenos físicos, donde se dé sentido a las observaciones que se estén analizando, esto permite entonces que los estudiantes se enfrenten no solamente a una experiencia como validación del conocimiento, sino que también, puedan realizar sus propios aportes a partir de los argumentos que puedan ir transcurriendo en el proceso y los debates que se vayan a ir generando.

Algunos autores como (Malagón, 2002; García y Estany, 2010) expresan que en los procesos que se dan en la construcción del conocimiento, el papel del lenguaje es importante porque permite llenar de significado la experimentación, de aquí que cuando se promueve la construcción de explicaciones de los fenómenos físicos en el contexto de actividades experimentales requiere necesariamente procesos discursivos respecto de lo que se quiere “observar”, lo que se “percibe”, lo que se dice que es un hecho y lo que se quiere representar con ese hecho.

Es por ello la importancia de la implementación de este tipo de actividades con los estudiantes y aún más importante, cuando están en los primeros grados de su formación, ya que favorece el pensamiento físico, en su papel para el desarrollo de habilidades discursivas y de argumentación, que dentro del aula de clase favorece según Romero et al. (2013) “Los debates, consensos, disensos y justificaciones, que en conjunto permiten una mejor comprensión de los conceptos científicos y la formación de un pensamiento crítico y reflexivo” (p.93)

En este sentido, llevar a la clase de ciencias actividades experimentales donde se pongan en relaciones cada uno de estos procesos, va a servir para que los alumnos tengan una participación activa durante la clase de tal forma que se dé una construcción del conocimiento en conjunto entre los estudiantes, de tal forma que puedan construir explicaciones a los fenómenos.

La educación primaria en las zonas rurales

En las zonas rurales de Colombia, usualmente se cuentan con escuelas unitarias, es decir, establecimientos educativos en los cuales permanecen uno o dos docentes que se hacen cargo de todas las áreas y grados desde preescolar hasta quinto de primaria. Lo anterior se debe a las particularidades del entorno y en ocasiones a los pocos niños que se matriculan en estos grados, esto hace que la metodología de trabajo de los docentes sea diferente en relación con las instituciones que se ubican en zonas más céntricas, a las cuales se les denomina Escuela Graduada.

Una de las metodologías que más se ha implementado en el territorio nacional, en escuelas rurales, es denominada Escuela Nueva. A continuación, se hará un breve recuento y análisis de este tipo de metodología que a su vez se inscribe dentro de las denominadas metodologías activas de enseñanza y aprendizaje.

El modelo de Escuela Nueva

El modelo de escuela nueva en Colombia surge en los años 70, como respuesta a las necesidades que se fueron generando en la implementación de la escuela unitaria o escuela del maestro único a principios de los años 60, promovida en ese entonces por La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura UNESCO, en busca de reducir la deserción escolar y motivar la educación continua en el entorno rural de Latinoamérica.

La propuesta de la escuela unitaria contaba con la presencia de un solo maestro, quien tenía como función principal orientar y guiar por medio *fichas de enseñanza*, dando respuesta a las necesidades de tipo poblacional (ámbito rural), al número y demanda de grados de la población escolar, es decir, brindar una oferta de primaria completa donde existía la demanda pese a ser zonas con baja densidad poblacional, por medio de un sistema activo de enseñanza que respete el ritmo individual de aprendizaje de cada persona y con la posibilidad de promoción automática.

En su momento, las fichas de enseñanza se convirtieron en el material que permitiría la implementación de esa metodología que respeta el ritmo individual de aprendizaje de los niños, metodología que Colombia adoptó para ese entonces bajo la supervisión de expertos de la UNESCO, teniendo su implementación piloto en el Instituto Superior de Educación Rural (ISER), en el municipio de Pamplona, Norte de Santander, todo esto para el año de 1961.

A partir de esta prueba piloto, Colombia fue encontrando por medio de la escuela del maestro unitario una respuesta parcial a las necesidades de la educación rural, el trabajo de investigación que continuó durante los años siguientes, potenció esta metodología gracias a sus bondades y pertinencia en los entornos rurales, lo cual dio paso a tres grandes escuelas a nivel nacional quienes lideraban esta implementación: la primera liderada por el profesor Óscar Mogollón, de la Escuela Unitaria adscrita a la Normal Asociada del ISER, la cual promovió que los maestros de cada escuela unitaria desarrollaran las fichas de trabajo de los estudiantes en busca de una enseñanza activa.

Por otro lado estaba la escuela unitaria coordinada por la Universidad de Antioquia quien fue asignada por la secretaría de educación del departamento para el desarrollo de un programa experimental de escuela unitaria dedicado a la elaboración de textos y modelos desde un enfoque basado en el diseño de instrucción programada lineal, es decir, agrupar los contenidos de una disciplina a enseñar en pequeños paquetes o unidades, para luego por medio de actividades específicas, verificar el avance de cada uno de los estudiantes, incluso permitiendo una participación activa por medio de preguntas, discusiones con sus pares, entre otras, todo esto con el fin de responder específicamente a la instrucción individualizada y escolarización flexible necesaria para la escuela unitaria, esta implementación, la cual fue llevada a departamentos como Antioquia, Risaralda, Quindío y Sucre, planteó la revisión de consecución de objetivos en departamentos diferentes a Antioquia, dando paso al método Sucre dirigido por el profesor Bernardo Restrepo Gómez.

Por último, en Risaralda y Quindío, en una fusión entre los centros regionales de capacitación y la asociación colombiana de cafeteros, se presentó un proyecto que presentaba innovaciones a la metodología que se usaba en la escuela de Pamplona, específicamente que las fichas fueran previamente diseñadas y elaboradas por personal técnico del centro regional para todos los maestros, esto con el fin de reducir dificultades individuales en la elaboración del material.

Frente a esta situación y en busca de consensos a nivel nacional, se realizó un estudio para identificar las dificultades relacionadas con los materiales, la capacitación, los ritmos de aprendizaje, la operación del programa y la relación entre la escuela y la comunidad, esto se llevó a cabo en 1974 en una iniciativa de Vicky Colbert, quien acompañó y realizó seguimiento al enfoque propuesto por la Universidad de Antioquia durante su investigación en el Centro Experimental Piloto (CEP) en Antioquia, ente que estaría a cargo de la expansión de la escuela unitaria en esta región. Con relación a esto, Gaviria y Colbert (2017) mencionan que:

Vicky Colbert planteó la necesidad de buscar consensos entre la academia, los asesores en educación, los formadores de docentes, los maestros en ejercicio y los líderes de la educación en las regiones, con el fin de afrontar los problemas de la educación rural en el país. A pesar de los avances de la metodología de la Escuela Unitaria sobre la escuela tradicional, no se había logrado pasar del nivel local al nivel nacional y era limitada la posibilidad de replicar y generalizar el proceso. (p. 45)

Para Colbert era indispensable encontrar un modelo innovador que generará aprendizaje significativo a partir de estrategias de enseñanza que incorporan los mejores elementos del modelo existente, tomando en cuenta la participación activa de cada uno de los actores, que permitiera ofrecer una primaria completa y de calidad en las zonas rurales, y además, impactar las políticas públicas en cuanto a educación se refiere.

Para 1975 surge en Colombia el programa de escuela nueva, una alternativa para superar los diversos problemas de la educación rural y las limitaciones de la propuesta enmarcada en el modelo de escuela unitaria.

La Escuela Nueva se concibe como un modelo educativo que tiene por objetivo brindar una educación primaria completa, capaz de ser aplicada a cualquier situación de aprendizaje en escuelas con uno o dos docentes y adaptable a todas las escuelas rurales del país. Diseñado desde una perspectiva sistemática, este conecta con éxito varios componentes con estrategias concretas, procesables y flexibles, que impulsan la innovación a nivel del niño, el maestro, el agente administrativo y la comunidad. Las estrategias se basan en mecanismos replicables, descentralizados, con oportunidad técnica, política y financieramente viables que buscan lograr una mayor aplicación y cobertura nacional.

Villar (1995), indica que el modelo de escuela nueva, además de estar basado en el aprendizaje activo, en estrategia que permitan a cada niño avanzar a su ritmo y en un currículum que se adapta a las necesidades sociales y culturales de cada región del país, este también:

Promueve el desarrollo de una relación fuerte entre la escuela y la comunidad, a través tanto del involucramiento de los padres en la vida escolar como buscando que los niños apliquen lo que aprenden a su vida real y profundicen en el conocimiento de su propia cultura. (p. 360)

El programa incorpora el modelo multigrado, orientado por uno o dos maestros encargados de la educación básica primaria, pero más allá de esto, busca mitigar el tema de deserción escolar que se genera particularmente en las zonas rurales de las regiones, a partir de las dinámicas familiares

y del entorno en las cuales habitan los niños y niñas.

El mecanismo que propone el modelo de escuela nueva para abordar lo que tiene que ver con educación multigrado y los altos índices de deserción y repitencia, son las *cartillas*, las cuales están diseñadas por medio de auto instrucciones, y tienen como objetivo que los niños y niñas se den una serie de indicaciones que les permitan formar una disciplina de trabajo autónomo. Estas cartillas² están disponibles para las áreas básicas: ciencias naturales, matemáticas sociales y lenguaje, desde los grados segundo a quinto, para transición y primero se cuenta con un manual de implementación propuesto por el gobierno nacional donde están consignadas una serie de orientaciones y fundamentaciones para el trabajo en estos niveles.

Las cartillas para la escuela nueva cuentan con una estructura por unidades, las cuales a su vez cuentan con objetivos y actividades, facilitando el acercamiento de los niños y niñas a los conceptos básicos desde la autonomía, sin dejar por fuera la posibilidad de trabajar la lectura y desarrollo de las actividades en equipo, generando espacios de trabajo cooperativo y fortaleciendo las relaciones interpersonales con el fin de impactar positivamente la parte social y cultural. El trabajo grupal se combina con los compromisos que el estudiante deba desarrollar de manera individual en casa cuando se le requiera, si bien la tarea no es la intencionalidad de cada jornada, se propone dejar uno de ellas en el transcurso de la semana.

El trabajo de las cartillas se complementa con el trabajo del rincón escolar y el uso de la biblioteca. El rincón escolar es un centro de observación, experimentación y manipulación de objetos, materiales y actividades logrados por los niños y niñas según las cuatro áreas del currículo. Las bibliotecas escolares cuentan con materiales complementarios que las guías gubernamentales.

En adelante y a la fecha, la escuela nueva ha continuado en un proceso de expansión, definida como “Modelo escolarizado de educación formal, con respuestas al multigrado rural y a la heterogeneidad de edades y orígenes culturales de los alumnos de las escuelas urbano - marginales” (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2021) , dando a entender que si bien el programa surge para suplir las necesidades de la educación rural en la regiones, hoy son muchos más los espacios socioculturales donde a nivel país este programa puede ejecutarse.

² Colbert (2017) utiliza el término cartilla para referirse al material de los estudiantes y guía para referirse al libro del maestro. Otros autores como Villar (1995) usan la palabra guía para referirse al material de los estudiantes.

Análisis de las cartillas de ciencias naturales de Escuela Nueva y la enseñanza de la física

Retomando lo mencionado anteriormente, las cartillas para los estudiantes son un instrumento de vital importancia dentro del modelo de escuela nueva, ya que a partir de este recurso se pretende dar solución al reto que representa la formación multigrado, favoreciendo el proceso formativo de los niños y niñas por medio de actividades de autoinstrucción y también el trabajo en equipo desde las áreas básicas (Villar, 1995). De esta forma, las cartillas se convierten en un apoyo para estudiantes y docentes en el proceso de la construcción del conocimiento.

En términos generales, las cartillas para la escuela nueva están conformadas por unidades, que, a su vez, contienen guías para el desarrollo de los estudiantes, las cuales están divididas en cuatro partes, es decir, la unidad 1 cuenta con la guía 1A, guía 1B, guía 1C y guía 1D.

Cada uno de los apartados de las guías tiene un objetivo o finalidad específico. El apartado A está diseñado para que los estudiantes, en compañía de sus compañeros compartan las ideas iniciales con relación a una temática específica. De estas primeras ideas no se espera que necesariamente sean las más acertadas, serán tomadas como la parte inicial del proceso de construcción del conocimiento. La parte B de la guía es una oportunidad para profundizar y ampliar los conocimientos previos, esto por medio de diversas actividades (juegos, historias, cuentos, concursos) que se trabajan a la par con el grupo de compañeros, con quienes comparte y debate cuáles de esas soluciones propuestas por cada uno son las que mejor se ajustan a la situación que le apartado sugiere. El apartado C tiene como objetivo principal precisar lo trabajado en los dos apartados anteriores. Por último, la parte D es una invitación para relacionar lo aprendido con el entorno cercano, incluso, involucrando en el proceso a las personas que conforman su hogar y comunidad, con la finalidad de poner en práctica en el día a día lo aprendido en la escuela. Es importante mencionar que a lo largo de la cartilla se encuentran una serie de iconos que facilitan la navegación de los estudiantes por las actividades, indicando qué hacer en cada momento de las diferentes actividades propuestas.

Las guías que conforman cada una de las unidades de la cartilla se encuentran relacionadas con los estándares básicos de competencias en ciencias naturales, de forma que cada uno de los estándares a los cuales le apunta la guía propuesta en las unidades, es mencionado como *acciones de pensamiento y producción*, apuntando a lo que los niños y niñas que se forman bajo el modelo de escuela nueva deben aprender y están en capacidad de hacer.

Con respecto a las cartillas de ciencias naturales para los grados segundo a quinto (No existen cartillas para preescolar y primer grado, porque aún no se domina el lenguaje escrito, en este caso se trabaja con fichas), específicamente lo vinculado con el entorno físico, la forma como están propuestos los contenidos y la manera en que se desarrollan los mismos, se evidencian necesidades como las mencionadas por Giraldo y Monsalve (2022) relacionadas con la educación científica dentro del modelo de escuela nueva en cuanto a la calidad de la misma, lo bien pensada que este para el contexto, que vaya más allá de conceptos científicos como los conocimientos teóricos y promueva el desarrollo de habilidades y actitudes para interactuar con la naturaleza de forma consciente y responsable.

Para Giraldo y Monsalve (2022) “hay que llamar la atención sobre la necesidad de promover propuestas curriculares y textos escolares que propicien las relaciones entre contenidos y entre disciplinas, los cuales favorezcan el abordaje y la explicación de fenómenos específicos” (p. 15), esto requiere promover actividades para que los estudiantes hagan sus propias preguntas sobre el desarrollo y construcción del conocimiento, evitando utilizar preguntas cerradas que requieran definiciones precisas o tareas que simplemente le pidan que siga instrucciones, además, fomentar las relaciones directas entre los contenidos científicos, impulsando el concepto de ciencia relacional para abordar problemas sociocientíficos que no sólo se proponen dentro de la cartilla, sino también aquellos que surgen en la vida cotidiana.

Se hace necesario entonces una revisión en la forma en que se presentan los contenidos científicos en la escuela nueva por medio de las cartillas y de la manera en que se concibe la ciencia, evitando dar a entender que esta última es un cúmulo de conocimientos ajenos a la construcción de los mismos, distante del cuestionamiento e interpretación que los niños y niñas puedan hacer de los fenómenos que los rodean, impidiendo una postura más crítica dentro del proceso formativo en ciencias naturales.

Contribuciones de la perspectiva experimental en relación con el modelo de Escuela Nueva

Tomando como punto de partida una perspectiva filosófica de la experimentación, basada en la idea de Ferreirós y Ordóñez (2002), en la cual se pretende liberar a la experimentación del yugo ejercido por la teoría, donde está parece ser sencillamente un acompañante de la teoría o el resultado de la misma, es decir, se hace necesario reconocer la experimentación como autónoma e incluso, al

mismo nivel de la teoría, donde se defiende la observación y la experimentación a razón de todo lo que han brindado a la construcción del conocimiento científico a lo largo de la historia.

Es aquí donde se podría destacar la relevancia de la experimentación cualitativa en la física y su importancia en el proceso de formación de conceptos. La experimentación desde una perspectiva positivista se enmarca como una actividad de recopilación de datos numéricos por medio de *instrumentos de corte matemático*, los cuales servirán como insumo para lo que podría ser considerado a futuro una nueva teoría, o en su defecto, por lo menos una nueva hipótesis, lo que en su momento fue considerado por Ferreirós y Ordoñez (2002) como la visión de un método científico simplificado.

Por lo contrario, el uso de *instrumentos filosóficos* dentro de la experimentación ha permitido a lo largo de la historia que los acercamientos a los diferentes fenómenos hayan sido a partir de los efectos cualitativos movilizados por los diferentes objetos de estudio. Si bien en su momento, este tipo de instrumentos no brindaban la precisión que las construcciones teóricas podían obtener del uso de los *instrumentos matemáticos*, con el paso de los años los *instrumentos filosóficos* han tenido la posibilidad de mutar de productor de nuevos efectos a medidor preciso. Ferreirós y Ordoñez (2002) especifican esto de la siguiente manera “Los barómetros y los termómetros tuvieron que ser objeto de estudio cualitativo durante un largo periodo, hasta que se obtuvo una comprensión razonablemente adecuada de los fenómenos que registraban, de sus características como instrumentos y de sus posibles usos” (p. 61).

Desde otra perspectiva o *tipología* de la experimentación, surge la posibilidad de ver esta desde una postura tradicional como en su momento lo desarrollo Popper (1935), en la cual se pensaba la actividad experimental a partir de una serie de preguntas o cuestionarios con relación a conceptos validados por una teoría existente, y por otro lado, autores como Hacking (1983) y Franklin (2002) destacando la experimentación como un cuerpo vivo e independiente de la teoría. Si bien esto último ya fue mencionado unos párrafos atrás, lo que se pretende es apuntar a la posibilidad de ver la experimentación, además de cualitativa o cuantitativa, como exploratoria o guiada.

La perspectiva exploratoria de la experimentación, según Ferreirós y Ordoñez (2002) está presente en los primeros momentos del surgimiento de una ciencia, esto a razón de una ausencia evidente de conceptos y teorías correctamente desarrolladas. Sin embargo, ante la propuesta de un nuevo instrumento experimental, la generación de un nuevo dispositivo, la experimentación de corte exploratoria toma una posición de corte predominante, es decir “Se trata simplemente de probar lo

que puede hacerse con el nuevo experimento o dispositivo, de variar las circunstancias imaginativamente y ver qué pasa” (p. 64), siendo de un alto nivel de importancia los aportes que la exploración experimental brinda a la construcción de nuevos conceptos.

Ahora, autores como Ruiz et al. (2021) manifiestan que las actividades experimentales de tipo cualitativo y exploratorias se presentan como una alternativa que posibilita la construcción del conocimiento en física, toda vez que estas aportan a la cimentación de bases conceptuales, las cuales pueden ser formalizadas, e incluso, de gran utilidad en el diseño de futuras experiencias. Se puede entender esto como una responsabilidad tanto para maestros en ejercicio y en formación, en cuanto a la necesidad de materializar y movilizar su quehacer en torno a la reflexión sobre la naturaleza del conocimiento científico. El impacto entonces, de una experimentación de corte cualitativo exploratorio implementada de forma consciente en la escuela, se verá reflejada en la oportunidad que tienen los niños y niñas de crear, explorar, reflexionar y argumentar, ya que este tipo de actividades:

propende por la construcción de explicaciones dando lugar a la movilización de consensos, validación social de ideas y reconocimiento de puntos de vista diferentes al propio. De esta forma, la experimentación se reconoce como un proceso mediado por relaciones dialógicas, donde la posición o participación activa por parte de los sujetos es un aspecto esencial para crear las condiciones para la construcción de conocimiento. (p. 1860)

El uso de la actividad experimental de tipo cualitativa y exploratoria en el ámbito de la escuela rural, específicamente bajo el modelo pedagógico de escuela nueva, cuenta con la disposición de fortalecer los procesos de los niños y niñas desde el aprovechamiento del entorno social y cultural. Si bien los espacios que ofrece el modelo se quedan cortos (rincón escolar y biblioteca, además del aula), la riqueza del entorno cercano posibilita “asumir la ciencia como una construcción cultural que cobra significado para los estudiantes cuando se apropian de los conceptos científicos” (Ramírez, 2018, p. 21). Se convierte entonces la enseñanza de las ciencias por medio de prácticas experimentales cualitativas exploratorias en una herramienta que permite a los niños y niñas que reciben su formación bajo el modelo de escuela nueva, interpretar el mundo que los rodea de una forma racional y estructurada, este crecimiento argumentativo en los estudiantes deja en evidencia que se pueda dar un uso consciente y según su entorno a lo aprendido en la escuela, logrando así actores sociales activos, críticos y con la capacidad de tomar decisiones frente a situaciones específicas a partir de argumentos coherentes. De lo mencionado anteriormente, según

Ramírez (2018) se considera que la experimentación se enmarca en una perspectiva sociocultural, lo que significa que su realización está influenciada por las intenciones y requisitos del entorno en el que se lleva a cabo. Además, emerge como resultado del proceso de búsqueda de significado e interpretación por parte de las comunidades que la llevan a cabo.

Acerca del concepto presión

Luego de realizar un análisis minucioso sobre la transversalidad entre los DBA, los EBC y las cartillas para los estudiantes de Escuela Nueva, con respecto a la enseñanza del concepto presión en los grados primero a quinto se puede afirmar que no hay una propuesta alrededor del mismo, sin embargo, este se convierte en un excelente pretexto articulador entre lo que si se propone, como lo es el concepto fuerza, peso, deformación de materiales a razón de una acción mecánica, estados de la materia, entre otros.

El concepto presión es uno de los muchos que tiene inicios a razón de las actividades experimentales. Cáceres (2003), indica que, a lo largo de la historia del pensamiento científico, el concepto de presión ha evolucionado como un proceso de transformación de ideas, dando lugar a diferentes modelos de interpretación de los mismos fenómenos. A partir de esta idea se hace posible analizar el desarrollo del concepto presión a través de la historia, partiendo de las concepciones iniciales del concepto vacío por medio de cuatro modelos que permiten identificar los momentos en que se construyen estos conceptos.

Estos modelos, según Cáceres (2003), tienen su inicio con los griegos y el debate entre la existencia o no del vacío, representado por Aristóteles y Herón de Alejandría y la evolución de este concepto hasta la edad media, donde se destaca el paso de esta confrontación de ideas por actividades experimentales como las propuestas por Telesio y Patrizi, Turbène, hasta llegar a Galileo Galilei, y con ello, el principio de una ruptura de paradigma que daba espacio a la posibilidad de la existencia del vacío y la necesidad de una nueva interpretación de la naturaleza.

Para un segundo momento, Cáceres (2003) se ubica en el cierre de la edad media, allí surgen, a razón del continuismo de las ideas de Galileo Galilei sobre la existencia efímera del vacío, las propuestas de Torricelli y Pascal, quienes con sus experimentos relacionados con el barómetro de mercurio y la balanza hidráulica, dieron paso a relaciones inimaginadas para la época como el peso del aire y la existencia del vacío, además, la necesidad de ver el concepto presión como algo más

allá de lo intuitivo y solo relacionado con la idea de fuerza mediante el concepto peso. La evolución de los experimentos de Torricelli y Pascal llevada a cabo por Guericke dan paso a la transición del vacío como problema conceptual a resolver y la presión como concepto a desarrollar. Entonces, el primer paso consistió en reconocer la presencia del vacío y comprender el peso de los gases. Luego, se reinterpretan estos conceptos desde una perspectiva mecanicista de la naturaleza. Sin embargo, para culminar este cambio de perspectiva, fue esencial incorporar una comprensión discreta de la materia.

El tercer modelo que plantea Cáceres (2003) toma en cuenta las ideas que surgen alrededor de la presión interna de un gas por parte de los Bernoulli. Daniel Bernoulli consolida dentro de su teoría de la hidrodinámica una definición de presión asociada a un fluido en movimiento, entendiendo esta como la fuerza que el fluido ejerce sobre las paredes del recipiente que lo contiene o del tubo por donde este se desplaza. Por otro lado, Juan Bernoulli, en su obra sobre la hidráulica da paso a la posibilidad de pensar más allá de la generalización de las leyes de Newton cuando describe el movimiento de un cuerpo deformable por medio del equilibrio de fuerzas, sugiriendo que las partículas de un fluido ejercen presión sobre ellas mismas, dando paso por primera vez al concepto de presión interna desde la hidráulica. En este punto ya no se habla más de presión como una relación única con el peso o con la fuerza ejercida por las paredes de un recipiente sobre un fluido, es decir, surge una distinción marcada entre presión y peso. Es Euler quien se encarga de tomar los elementos dispuestos por Juan Bernoulli para definir la presión interna en un fluido con elementos matemáticos claros, los cuales se usan para explicar la presión dentro de un sistema hidráulico.

Al final del recorrido propuesto por Cáceres (2003), en el cuarto y último momento, esta habla sobre el concepto de presión en la teoría cinética de los gases, donde destaca a Euler como el primero en formular una teoría cinética de los gases a partir de la concepción del aire como un cúmulo de moléculas esféricas y en rotación, ideas que tomó previamente de las revisiones que Juan Bernoulli realizó de la cosmología de descartes. A razón de esto se pensó la presión del aire como el resultado de su movimiento de rotación, es decir, la presión como manifestación de un conjunto de acciones moleculares. Mientras que, por el otro lado, está la teoría cinética de los gases que propone Daniel Bernoulli, la cual se acerca a la “descripción del comportamiento experimental de los gases ideales definido por la ley de Boyle” (p. 52) la cual describe la presión como la manifestación de innumerables colisiones completamente elásticas con las paredes de un recipiente.

El camino recorrido en estos cuatro momentos del modelo de Cáceres (2003), fortalece la intención de que incluir el concepto presión como eje articulador de la propuesta, va más allá de lograr una definición de texto donde se podría indicar que la presión es una magnitud física intensiva, lo que implica que no puede ser medida directamente y la cual describe la relación de una fuerza aplicada sobre una superficie determinada; lo que se pretende, como mencionan Arcá et al. (1990) es que la enseñanza de las ciencias se asuma como un proceso en el cual se confrontan diferentes formas de pensar, que desde la educación primaria sea esencial que los niños tengan la oportunidad de reorganizar su pensamiento a través del proceso de construir el conocimiento científico mediante la discusión, la formulación de preguntas, la identificación de contradicciones y la búsqueda de consensos, toda vez que la educación de los niños no se trata de seguir un conjunto de pasos predefinidos, sino de adoptar una postura que fomente su capacidad de asombro y curiosidad innata.

Metodología

Enfoque y método

Para Flick (2015) la investigación cualitativa es una actividad que tiene lugar en un contexto específico, y esto sitúa al investigador en el mundo real. En su esencia, se compone de un conjunto de prácticas y de interpretación que tienen como objetivo hacer visible el mundo que nos rodea. Estas prácticas tienen el poder de transformar el mundo en una serie de representaciones compuestas por elementos como notas de campo, entrevistas, conversaciones, fotografías, grabaciones y notas personales. En este nivel, la investigación cualitativa adopta una perspectiva interpretativa y naturalista del mundo. Esto implica que los investigadores cualitativos observan y estudian objetos y fenómenos en su entorno natural, con el objetivo de comprender y dar sentido a estos desde la perspectiva de los significados que las personas les atribuyen.

Es por ello que esta investigación se encuentra fundamentada en los principios de un enfoque cualitativo, dado que los objetivos trazados en esta se basan en la comprensión y exploración de la complejidad de los fenómenos sociales o humanos y se centra en obtener una comprensión profunda y detallada de las experiencias, percepciones y significados de las personas en un contexto determinado, además, busca capturar las perspectivas subjetivas de los participantes y se interesa en cómo las personas interpretan y dan sentido a su mundo, así como en las emociones, valores y creencias que influyen en sus acciones.

En este orden de ideas, se hace necesario hacer hincapié en el complemento social para este enfoque cualitativo, es decir, pensar en la comprensión a profundidad de los fenómenos sociales y humanos desde una perspectiva subjetiva, lo que implica una elección adecuada del método y técnica que permita una efectiva recopilación de la información. Galeano (2018), se refiere a lo mencionado de la siguiente manera: “Una estrategia de investigación social combina métodos y técnicas, genera o recoge información de fuentes variadas, confronta y valida, mediante distintos procedimientos, resultados obtenidos por diversas vías y produce una comprensión del tema que investiga” (p. 22).

Esto último invita a pensar en la necesidad para esta investigación de trabajar desde un enfoque que se caracterice por su orientación hacia la participación activa de las comunidades y grupos afectados en el proceso de investigación en la toma de decisiones alrededor de la misma. Entendiendo la importancia de cuestionar y desafiar las estructuras y prácticas existentes, así como

de reflexionar sobre las implicaciones éticas y políticas de la investigación, se propone como método de investigación la Investigación Acción Participativa IAP.

Para Kemmis y McTaggart (1988), la investigación acción se entiende como un proceso de cambio que se emprende colectivamente, es decir, se promueve la idea de que los participantes clave en una situación o contexto deben estar activamente involucrados en el proceso de investigación. Esto implica una estrecha colaboración entre investigadores y participantes para identificar problemas, diseñar intervenciones y evaluar resultados, identificando la investigación, la acción y la formación como sus principales ejes. En este orden de ideas, la Investigación Acción no solo busca comprender una situación, sino también promover el cambio social y la mejora práctica, lo cual se ajusta a esta investigación en tanto que se toma la IA como una herramienta para abordar problemas reales y crear un impacto positivo en la comunidad o la organización en la que se lleva a cabo, siendo su objetivo principal la transformación social.

Kemmis y McTaggart (1988) proponen un ciclo o espiral de orden autorreflexivo el cual implica la toma de acción basada en la reflexión sobre la práctica actual, el aprendizaje de esas acciones y la incorporación de ese aprendizaje en acciones futuras, todo bajo cuatro etapas: la planificación, la acción, la observación y la reflexión, lo cual es de suma importancia para esta investigación ya que a partir de estas prácticas el conocimiento se crea y se adapta en el contexto específico en el que se lleva a cabo la investigación, en lugar de ser impuesto desde fuera, por ende, se basa en la colaboración y el diálogo constante entre investigadores y participantes, procurando la apertura a diversas perspectivas y la construcción de conocimiento a través del intercambio de ideas y experiencias que al final pretende una mejora de las prácticas existentes.

Ahora bien, esta investigación se asume desde su método como IAP ya que se relaciona más con una actividad de investigación propia de base popular sobre su realidad que con una acción receptiva de investigación realizada por élites ajenas a ellas, toma en cuenta los problemas y las necesidades por las cuales atraviesa el grupo de personas, con el fin de identificar los medios posibles para una rápida y efectiva solución a la problemática, además, vincula la reflexión con la acción. Borda (2009) la describe como una metodología que implica un proceso de aprendizaje y genera conciencia sociopolítica entre los participantes a lo largo del proceso concebido como diálogo horizontal entre investigadores y miembros del grupo o comunidad.

Al no considerarse que se trate de un método que funciona de manera lineal y con un orden preestablecido de pasos a seguir, impuestos a un campo de acción, se empezará a describir las fases que conllevaron a la realización de esta investigación.

Fase de Observación y Reflexión inicial: contexto de la investigación

La intervención se realiza en la Institución educativa Rural Piedras Blancas, sede El Salado, la cual se encuentra ubicada en la zona rural del municipio de Guarne, Antioquia. Allí se trabaja bajo la metodología de Escuela Nueva donde se atiende un total de 24 niños y niñas entre preescolar y quinto por una única maestra. En su mayoría, los niños y niñas que llegan a la escuela son parte de familias de escasos recursos, habitantes del sector circundante, cuya actividad económica predominante está relacionada con el trabajo de jornaleros en las fincas de la vereda.

A razón de lo mencionado en el *planteamiento del problema*, en la búsqueda de un lugar donde se pudiese contrastar lo relacionado con la presencia o ausencia de actividades experimentales que ayuden al desarrollo del pensamiento físico, además, de la implementación y construcción de instrumentos de medida en los primeros grados de la educación básica, se realiza una primera aproximación con la maestra cooperadora por medio de la maestra asesora. En este acercamiento se comenta con la maestra de la escuela el interés por acompañar el proceso de los niños, conocer de primera mano algunos aspectos relacionados con su práctica docente en relación con el área de ciencias naturales e invitarla a participar de la construcción e implementación de una serie de actividades con el objetivo de analizar el impacto de estas en su práctica pedagógica y en la transformación social de su entorno, es decir, como los niños y niñas que hacen parte de la escuela a partir de esta propuesta logran la construcción de conocimientos, además de cambios significativos y positivos en la comunidad escolar. Por medio de la maestra titular de la escuela, es decir, la maestra cooperadora, se logra hacer contacto con los docentes de las otras sedes de la IER Piedras Blancas que trabajan bajo el modelo de escuela nueva, con quienes se tiene la oportunidad de compartir la experiencia de la sede El Salado.

Se hace importante mencionar que para el año de 2019 la escuela entra en un plan de remodelación estructural, el cual deja en evidencia la necesidad de una reconstrucción total, lo que obliga a los niños y la maestra a trasladarse a la sede principal mientras transcurren estas obras. A la

fecha, la obra no se ha culminado, sin embargo, los miembros de esta comunidad educativa se encuentran ocupando dichos espacios desde principios del 2023 (ver figuras 12 y 13).

Figura 12

IER Piedras Blancas sede El Salado, antes de la remodelación



Nota.

Fuente

https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/20381/1/ArroyaveDavid_2021_ExperimentacionDensidadPensamiento.docx.pdf

Figura 13

IER Piedras Blancas sede El Salado, después de la remodelación



Nota. Fuente Fotos tomadas en una de las visitas al centro de práctica

Consideraciones sobre los criterios de selección de los participantes

Considerando lo expuesto anteriormente, donde se destaca la imperativa necesidad, según los principios de la Investigación-Acción Participativa (IAP), de implicar a toda la comunidad en este proceso, se enfoca especialmente en la participación de todos los estudiantes a cargo de la maestra cooperadora. Esta última no solo se desempeña como educadora, sino que se integra activamente como una investigadora más dentro de este enfoque.

No obstante, para fines de investigación, se realiza una selección de la población estudiantil. Esta selección se basa en su participación significativa en la propuesta llevada al aula a través de las distintas planificaciones implementadas. En este sentido, se toma una muestra representativa que refleje la incidencia y el compromiso de los estudiantes dentro del marco de la metodología propuesta.

Compromiso ético de investigación

Entendiendo la importancia de dar a conocer a las familias de los menores de edad en que consiste esta investigación y cuál es la participación que se pretende por parte de ellos, por intermedio de la maestra cooperadora se genera un espacio de socialización y sensibilización donde se presenta el protocolo ético de la misma y el consentimiento informado que cada uno de ellos pudo revisar y diligenciar, así, avalar la interacción del grupo de investigadores con los niños y niñas.

Es importante destacar que, durante el desarrollo de esta investigación, a razón de las diferentes observaciones realizadas y las pretensiones de la misma, algunos aspectos evolucionaron, como por ejemplo el título, lo cual se hace evidente en el consentimiento informado que diligenciaron las familias de los estudiantes y la maestra cooperadora.

A continuación, se presenta el protocolo ético y consentimiento informado que se socializa con la comunidad educativa, incluyendo el que firmaron las familias de los niños y niñas, que, como se menciona, difiere del definitivo en el título de la investigación (ver anexos 1, 2, 3 y 4).

Fase de planificación y acción: pensando en el registro de la información

Tomando en cuenta el enfoque y método de esta investigación, subrayando la importancia de la elección coherente de las técnicas de recopilación de la información, además, el contexto donde se lleva a cabo la misma, la intervención se basa en la implementación y desarrollo de una secuencia de actividades experimentales propuestas en las planeaciones de clase de la maestra cooperadora. Estas actividades están fundamentadas en la propuesta de secuencia didáctica presentada por Díaz-Barriga (2013), la cual se convierte en el insumo principal de información (ver anexos 9 y 10). También se incluye para este propósito las entrevistas semiestructuradas aplicadas a la maestra cooperadora (ver anexos 5 y 6), la cual, se considera una estrategia que posibilita conectar las prácticas con los significados, entendiendo esta como una técnica que según Merlinsky (2006) facilita la obtención de información a partir de las vivencias del entrevistado, ya sea para explorar los detalles específicos de un discurso social en términos generales. Todo esto contribuye a que la entrevista adquiera relevancia como una fuente de conocimiento. En otras palabras, se convierte en un espacio donde es posible captar el significado que otros otorgan a una situación en función de su experiencia personal. De esta manera, la entrevista se convierte en un medio para examinar las acciones a través de diálogos que posibilitan comprender las diversas formas en las que se concibe la realidad social, la cual está en constante construcción. En este contexto, el lenguaje desempeña un papel crucial al considerar esta técnica como un método de adquisición de conocimiento.

También se incluye dentro de los insumos los diarios de campo (ver anexo 7), las planeaciones (ver anexo 8), la observación realizada en las diferentes visitas al centro de práctica, las cuales se registraron en los diarios de campo, específicamente los días que se realizaron las intervenciones directas, las producciones de los niños y niñas como carteleras y el material audiovisual recopilado durante el desarrollo de las diferentes actividades propuestas dentro de las planeaciones, previa autorización por parte de las familias por medio del consentimiento informado.

Fase de planificación y acción: pensando en la acción concretada en las planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica

Es importante mencionar que las diferentes actividades que se proponen y muestran en los siguientes apartados, surgen de la planificación a razón de las observaciones realizadas durante las visitas al centro de práctica, además, cuentan con la participación activa de la maestra cooperadora en el proceso de construcción e implementación de las mismas. También es oportuno referir que

gracias a la observación minuciosa del contexto de la escuela y en función de la propuesta, se logra involucrar a la comunidad en general por medio de la visita al acueducto veredal ASOENSE, quienes se vincularon de manera efectiva y se comprometieron a seguir apoyando los procesos de formación de los niños y niñas de la escuela.

Por otra parte, vale la pena señalar que por medio de la maestra cooperadora se logra la vinculación de los maestros encargados de las otras sedes adjuntas a la IER Piedras Blancas, estas son: San Isidro, San Ignacio y Pueblito, las cuales también trabajan bajo el modelo de Escuela Nueva, con quienes se pudo compartir la propuesta, y a su vez, replicaron en sus sedes lo implementado en la sede El Salado.

A continuación, se presenta de forma amplia la perspectiva teórica desde la cual se concibe en esta investigación una secuencia didáctica, sus componentes y objetivos que movilizan el diseño e implementación de las planeaciones bajo este modelo.

Consideraciones teóricas sobre la secuencia didáctica

El desarrollo de esta propuesta pedagógica se lleva a cabo bajo las consideraciones de Díaz-Barriga (2013) en su guía para la elaboración de una secuencia didáctica, entendiendo que el diseño de estas es una tarea importante para organizar situaciones de aprendizaje que se desarrollan en el trabajo con los estudiantes, además, que buscan hallar relaciones con su entorno, recoger información, elegir, abstraer, explicar, demostrar, deducir entre otras, en la gestación de un proceso de aprender.

Para Díaz-Barriga (2013) “Las secuencias constituyen una organización de las actividades de aprendizaje que se realizarán con los alumnos y para los alumnos con la finalidad de crear situaciones que les permitan desarrollar un aprendizaje significativo” (p.1). Entendiendo esto, la secuencia didáctica es el resultado de establecer una serie de actividades de aprendizaje que tengan un orden interno entre sí para recuperar aquellas nociones previas que tienen los estudiantes sobre un hecho y vincularlo a situaciones problemáticas y de contextos reales con el fin de que la información a la que va acceder el estudiante en el desarrollo de la secuencia sea significativa.

La estructura de la secuencia didáctica se integra con dos elementos que se realizan de manera paralela, la secuencia de las actividades para el aprendizaje y la evaluación para el aprendizaje inscrita en esas mismas actividades.

Para el desarrollo de la propuesta y verificación de los objetivos se proponen actividades que van en un orden categorizado: actividades de apertura, actividades de desarrollo y actividades de cierre. En la conformación de esta propuesta de actividades subyace simultáneamente una perspectiva de evaluación formativa, la que permite retroalimentar el proceso mediante la observación de los avances, retos y dificultades que presentan los alumnos en su trabajo, como de evaluación sumativa, la que ofrece evidencias de aprendizaje, en el mismo camino de aprender.

Dentro de las actividades de apertura se considera pertinente realizar una propuesta que permita la recuperación de saberes previos, lo cual puede convertirse en todo un reto para quien propone las actividades, ya que, según Díaz-Barriga (2013) “como profesor le es más fácil pensar en los temas o pedir a los alumnos que digan que recuerdan de un tema, que trabajar con un problema que constituya un reto intelectual para los estudiantes” (p. 6). Las actividades que componen la fase de desarrollo de la secuencia didáctica tienen como finalidad generar puentes cognitivos, entendiendo estos como todas las ideas o conceptos que permiten enlazar a la estructura de conocimientos de la persona con los contenidos por aprender, orientando al aprendiz para que detecte las ideas fundamentales y las organice e integre de manera significativa a su estructura cognitiva. Finalmente, las actividades de cierre se realizan con el objetivo de lograr una integración del conjunto de tareas realizadas, permiten realizar una síntesis del proceso y del aprendizaje desarrollado. A través de ellas se busca que el estudiante logre reelaborar la estructura conceptual que tenía al principio de la secuencia, reorganizando su estructura de pensamiento a partir de las interacciones que ha generado con las nuevas interrogantes y la información a la que tuvo acceso. En síntesis, es una breve demostración de lo aprendido.

En cuanto a la evaluación, Díaz-Barriga (2013) habla de un proceso continuo, el cual obliga a los investigadores a realizar una articulación de las actividades propuestas en la secuencia didáctica tanto con la enseñanza, como con el proceso de evaluación, por lo cual se considera una fusión estricta entre estos dos aspectos, contemplando en algunos momentos particulares una separación, un desarrollo de acciones independientes.

Es necesario vincular, las dos líneas de trabajo de manera articulada: la de construcción de secuencias, con la de construcción de evidencias de evaluación, éstas últimas cumpliendo una función de evaluación formativa y evaluación sumativa. En todos los casos, la evaluación final (la sumativa) es el resultado de la integración de múltiples evidencias.

Es importante aclarar que por medio de las evidencias, además, de la observación participante y acompañamiento continuo por parte de los investigadores, se hace posible realizar la valoración formativa, la cual al final será la que aporte en la verificación de los objetivos trazados por medio de los resultados obtenidos; sin embargo, con respecto a la evaluación sumativa, Díaz-Barriga (2013) destaca la importancia que desde el principio el maestro exprese con claridad los elementos que retomará para integrar la calificación: Tareas que se soliciten, reportes de las experiencias, trabajos individuales y/o en pequeños grupos (siempre y cuando se especifique la responsabilidad de cada uno de los integrantes del grupo), e incluso exámenes.

La acción de la investigación. Física en acción: aprendiendo sobre presión a través de la experimentación y la creación de instrumentos

Como se menciona previamente, las planeaciones de clase realizadas en compañía de la maestra cooperadora están basadas en la propuesta de Díaz-Barriga (2013), donde se procura llevar un orden coherente entre actividades enmarcadas en tres fases o categorías: actividades de apertura, desarrollo y cierre. Con las actividades de apertura se pretende, además de iniciar el aprendizaje, identificar los saberes previos que serán tomados como referencia o punto de partida. Las actividades de desarrollo tienen como finalidad brindar nuevos elementos que puedan interactuar con los saberes previos, de modo que todo vaya tomando un sentido dentro del contexto, esto se busca por medio de preguntas que guían la interacción. Para terminar, con las actividades de cierre se pretende la integración de todas las actividades realizadas y una síntesis de los aprendizajes adquiridos, los cuales se evidencian dentro de esta secuencia didáctica por medio de presentaciones, carteleras y montajes realizados por los estudiantes. A continuación, se presentan algunos apartados de las actividades mencionadas (Ver figuras 14, 15, 16 y 17):

Figura 14

Indicaciones iniciales de las planeaciones de clase, parte I



La experimentación cualitativa exploratoria y la construcción de instrumentos, una propuesta para la enseñanza de la física bajo el modelo de Escuela Nueva

FÍSICA EN ACCIÓN: APRENDIENDO SOBRE PRESIÓN A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN Y LA CREACIÓN DE INSTRUMENTOS

Parte I

Previo a la realización de las actividades de esta primera jornada, se dividirá el grupo de estudiantes de la IER piedras blancas sede El Salado (Escuela Nueva) en tres subgrupos, el propósito es realizar un trabajo desde la pluralidad de los participantes. Además se designará un monitor, el cual debe ser un estudiante de tercero, cuarto o quinto grado.

Nota. Tomado de las planeaciones de clase Física en acción: aprendiendo sobre presión a través de la experimentación y la creación de instrumentos, la cual es una creación propia

Figura 15

Fragmento de las actividades de apertura de las planeaciones de clase, parte I

ACTIVIDADES DE APERTURA

- **Actividad inicial: Y tú ¿qué piensas?**

Objetivo: Realizar un acercamiento a las ideas previas que los estudiantes manejan con relación a los conceptos ciencia y experimentación.

En los grupos de trabajo establecidos, en el orden que establezca cada monitor, cada estudiante debe responder las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es hacer ciencia?
2. ¿Por qué y para qué se hace necesario aprender sobre la ciencia?
3. ¿Qué es la experimentación?
4. ¿Qué se necesita para hacer experimentación?
5. ¿Qué son los científicos?

Nota. Tomado de las planeaciones de clase Física en acción: aprendiendo sobre presión a través de la experimentación y la creación de instrumentos, la cual es una creación propia

Figura 16

Fragmento de las actividades de desarrollo de las planeaciones de clase, parte I

- **Actividad: ¿Qué pasaría si?**

Inicialmente se solicitará a los estudiantes de cada equipo que llenen las botellas con agua y luego les pongan la tapa. Con las botellas tapadas se deben realizar tres agujeros (con ayuda de los investigadores) a cada botella de la siguiente manera: Se toma la regla y se mide a lo alto de la botella, desde el suelo, se marcan tres puntos separados arbitrariamente, solo con la condición de que el más cercano al piso no supere los 3,00 cm (se sugiere que las marcas sean a los 3, 9 y 15 cm). Luego de marcar los puntos en la botella se procede a preguntarle al grupo de estudiantes ¿qué pasaría si se perforan las botellas en cada marca realizada? Los estudiantes compartirán sus ideas dentro de cada grupo. Luego de discutir la pregunta se procede a perforar las botellas, para ello se utilizará el alfiler.

En ese momento se invita a los estudiantes a que describan lo sucedido a partir de las siguientes preguntas: ¿qué pasa con el agua? ¿lo sucedido era lo que estaban esperando?

Nota. Tomado de las planeaciones de clase Física en acción: aprendiendo sobre presión a través de la experimentación y la creación de instrumentos, la cual es una creación propia

Figura 17

Fragmento de las actividades de cierre de las planeaciones de clase, parte I

ACTIVIDAD DE CIERRE

- **Objetivo:** Evidenciar el aprendizaje logrado por medio de la construcción de instrumentos y la experimentación con relación al concepto presión por medio de una presentación creativa.

A partir de las diferentes experiencias llevadas a cabo en las fases anteriores, se solicita a los equipos de trabajo que preparen una pequeña exposición para sus compañeros donde expliquen con sus palabras lo que entendieron de cada actividad, haciendo énfasis en el concepto presión, presión atmosférica y presión a profundidad.

Esta parte del trabajo se realiza bajo la supervisión de los investigadores, quienes facilitarán a cada equipo de estudiantes material alusivo a las actividades desarrolladas (imágenes de las experiencias, cartulina, marcadores, entre otros).

Nota. Tomado de las planeaciones de clase Física en acción: aprendiendo sobre presión a través de la experimentación y la creación de instrumentos, la cual es una creación propia

Fase de reflexión: pensando en la manera de analizar la información

En cuanto al análisis y sistematización de la información, se toma como referencia la propuesta de análisis de contenido que realiza Piñuel (2002), la cual se considera un conjunto de métodos de interpretación que surgen a partir de registros previos de procesos de comunicación, utilizando en ocasiones enfoques cuantitativos y en otros, enfoques cualitativos, con el propósito de generar nuevas interpretaciones basadas en los datos analizados previamente. Esta no debe tener otro propósito que descubrir el significado subyacente que proviene de las prácticas sociales y cognitivas, las cuales utilizan la comunicación como herramienta para facilitar la interacción que está implícita en las acciones comunicativas específicas y que se encuentra debajo de la superficie textual observable, o lo que el autor denomina el texto.

El análisis de contenido se convierte en un proceso de descubrimiento o revelación de la expresión, donde el enfoque principal es investigar lo que está oculto, lo que no es evidente, lo que tiene potencial, lo no expresado en cualquier mensaje. Sin embargo, esta nueva perspectiva no solo amplía el alcance de estudio del análisis de contenido hacia la dimensión no específica del texto, sino que, debido a su complejidad, requiere la introducción de nuevas variables en el análisis. para que el texto adquiera el significado necesario para el analista, lo cual, según Piñuel (2002):

sólo es posible si tal texto se abre –teóricamente hablando– a las condiciones contextuales del producto comunicativo, al proceso de comunicación en el que se inscribe, y por tanto a las circunstancias psicológicas, sociales, culturales e históricas de producción y de recepción de las expresiones comunicativas con que aparece. (p. 4)

Por otro lado, Cisterna (2005) menciona que “Investigar desde una racionalidad hermenéutica significa una forma de abordar, estudiar, entender, analizar y construir conocimiento a partir de procesos de interpretación, donde la validez y confiabilidad del conocimiento descansa en última instancia en el rigor del investigador” (p. 2), es por ello que para esta investigación se plantea un análisis categorial, enmarcado en la necesidad fundamental que representa identificar y clasificar tópicos como medio para reunir y estructurar la información. Para lograr esto, se debe hacer una diferenciación entre categorías, que representan un tema en su totalidad, y subcategorías, que desglosan en detalle ese tema en aspectos más pequeños. Estas categorías y subcategorías, para el caso específico de esta investigación, han sido construidas antes de realizar cualquier proceso de recolección de información, a lo que el autor llama *categorías apriorísticas*, las cuales cuentan con sus respectivos indicios en correspondencia a los diferentes comentarios que los participantes hacen durante la implementación de las actividades propuestas en las planeaciones de clase y en el

desarrollo de cada una de las sesiones de trabajo.

En concordancia con lo mencionado, en cuanto a la estrategia para el tratamiento de la información recopilada y los datos a construir a razón de esta, se trabaja bajo la concepción de *proceso de triangulación hermenéutica*, el cual, según Cisterna (2005), se refiere a la recopilación y análisis exhaustivo de toda la información relevante relacionada con el tema de investigación, utilizando las herramientas apropiadas. En esencia, este proceso representa el conjunto de resultados obtenidos en la investigación, que se obtiene a través de la integración y el análisis dialéctico de los datos recabados.

Para este punto de la investigación, en un primer momento se organizó toda la información recopilada en las diferentes sesiones de trabajo, lo cual incluyó fotografías, elementos multimedia y sus respectivas transcripciones. Todos los registros de las diferentes fuentes de información se encuentran debidamente clasificados por las sesiones de las cuales fueron tomados.

A continuación, se presenta la codificación que se asigna al grupo de estudiantes de la muestra que participa de las diferentes sesiones con el ánimo de facilitar el ejercicio de transcripción y manipulación de la información recopilada (ver tabla 1).

Tabla 1

Código asignado a los estudiantes participantes

| ESTUDIANTE | CÓDIGO DE PARTICIPANTE |
|---------------|------------------------|
| Estudiante 1 | P1 |
| Estudiante 2 | P2 |
| Estudiante 3 | P3 |
| Estudiante 4 | P4 |
| Estudiante 5 | P5 |
| Estudiante 6 | P6 |
| Estudiante 7 | P7 |
| Estudiante 8 | P8 |
| Estudiante 9 | P9 |
| Estudiante 10 | P10 |

Nota. La tabla es una creación propia.

Una vez codificados los participantes, se procede a la asignación de un código de identificación a las sesiones de trabajo, la finalidad no es otra que facilitar la descripción de los hallazgos y el análisis de los mismos, los cuales se llevan a cabo en el siguiente apartado. La siguiente tabla (ver tabla 3) contiene el código asignado para cada sesión y una corta descripción de la misma.

Tabla 2

Código asignado a las sesiones de trabajo

| SESIÓN | CÓDIGO DE LA SESIÓN | DESCRIPCIÓN |
|----------|---------------------|--|
| Sesión 1 | S1 | Actividad inicial implementada y registrada dentro de las planeaciones y diarios de campo de la práctica pedagógica |
| Sesión 2 | S2 | Actividad pensada a partir de las observaciones iniciales, implementada y registrada dentro de las planeaciones y diarios de campo de la práctica pedagógica |
| Sesión 3 | S3 | Implementación de las actividades de apertura y desarrollo propuestas en las planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica, parte I |
| Sesión 4 | S4 | Implementación de las actividades de cierre propuestas en las planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica, parte I |
| Sesión 5 | S5 | Implementación de las actividades de cierre propuestas en las planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica, parte II (visita al acueducto veredal) |
| Sesión 6 | S6 | Implementación de las actividades de cierre propuestas en las planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica, parte II |

Nota. La tabla es una creación propia.

Una vez organizada la información, se dio paso a la clasificación de la misma por medio de una red de categorías, subcategorías e indicios, la cual evidencia la coherencia al interior de esta investigación, ya que esta se encuentra atada a la problemática planteada, los objetivos y el marco teórico. Como ya se mencionó anteriormente, según Cisterna (2005), las categorías abarcan un tema en su totalidad, mientras que las subcategorías descomponen ese tema en aspectos más específicos y detallados.

La selección de los diferentes colores asignados a las celdas de la red de categorías (ver tabla 3) y, posteriormente, a la matriz de análisis (ver anexo 11), responde a un minucioso ejercicio de resaltado, clasificación y selección de la información recopilada a través de diversos instrumentos. Se consideró la pertinencia y relación de estos datos con la pregunta de investigación, los objetivos y el marco teórico.

En el intento de consolidar un patrón uniforme en la elección de estos colores, es relevante señalar que se utilizaron cuatro colores base para cada una de las subcategorías. A partir de estos colores base, se asignaron tonalidades a los respectivos indicios y unidades de análisis. A continuación, se presenta la red de categorías, subcategorías e indicios construida para esta investigación (ver tabla 3).

Tabla 3

Red de categorías, subcategorías e indicios

| CATEGORÍAS | SUBCATEGORÍAS | INDICIOS |
|--|--|--|
| <p>Procesos discursivos para la construcción de conocimiento científico en niños.</p> | <p>La generación e implementación de instrumentos para la construcción del conocimiento científico dentro de la formación de niños y niñas en la escuela.</p> | <p>La construcción de instrumentos fomenta la participación de los niños en discusiones sobre situaciones físicas relacionadas con el concepto de presión.</p> |
| | | <p>Los estudiantes usan los instrumentos construidos previamente como punto de apoyo para explicar nuevas situaciones físicas relacionadas con el concepto presión.</p> |
| | | <p>La construcción de instrumentos y las actividades experimentales fomentan la participación de los</p> |

| | | |
|---|---|---|
| | <p>Los procesos discursivos y su relevancia en la apropiación de los conceptos para los estudiantes de escuela nueva.</p> | <p>estudiantes en las discusiones de clase.</p> |
| | | <p>A través de actividades de divulgación los estudiantes muestran una apropiación del concepto presión.</p> |
| <p>Experimentación cualitativa exploratoria en la escuela nueva.</p> | <p>Las actividades o prácticas experimentales como objeto movilizador del trabajo grupal e individual de los niños en la escuela con relación a la física.</p> | <p>En el desarrollo de las actividades experimentales los estudiantes muestran una apertura para ayudarse entre sí en la comprensión de las situaciones físicas abordadas.</p> |
| | | <p>En el desarrollo de las actividades experimentales los estudiantes muestran una disposición a cambiar de perspectiva y validar con su equipo de trabajo sus propias explicaciones.</p> |
| | <p>La experimentación como mediador dentro del proceso formativo entre la escuela, las dinámicas familiares y el entorno en el cual habitan los niños y niñas.</p> | <p>Los estudiantes construyen explicaciones sobre el funcionamiento del acueducto veredal ASOENSE a partir de un prototipo casero realizado por ellos.</p> |
| | | <p>Los estudiantes usan los conocimientos adquiridos en clase para explicar a sus familiares y estudiantes de grados inferiores algunas situaciones físicas relacionadas con el concepto de presión.</p> |

Nota. Los colores asignados a las subcategorías e indicios están relacionados con el análisis que se realizará más adelante. La tabla es una creación propia.

Atendiendo lo mencionado por Cisterna (2005) en cuanto a la selección apropiada de la información, donde propone dos criterios: la pertinencia y la relevancia. El primero se refiere a la necesidad de considerar únicamente la información relacionada con los objetivos de la investigación, mientras que el segundo se vincula con la frecuencia en que aparece una determinada información;

se procede a la construcción de las unidades de análisis, basada en una selección definitiva de aquella información considerada pertinente y en correspondencia con el problema de investigación, los objetivos y el marco teórico.

A continuación, se presenta uno de los fragmentos de la matriz de análisis de la información donde se encuentran consignadas las diferentes unidades de análisis y su relación con la subcategoría e indicio correspondiente, esta se encuentra completa en los anexos (ver anexo 7). Es importante resaltar que para la presentación de esta información se clasificaron las subcategorías en 1, 2, 3 y 4, a cada una de ellas le corresponden unos indicios, los cuales se identifican como 1.1, 1.2, es decir el indicio 1 de la subcategoría 1, el indicio 2 de la subcategoría 1 y así sucesivamente (ver tabla 4).

Tabla 4

Relación entre subcategoría, indicio y unidad de análisis

| SUBCATEGORÍAS | INDICIOS | UNIDADES DE ANÁLISIS |
|--|---|---|
| <p>La generación e implementación de instrumentos para la construcción del conocimiento científico dentro de la formación de niños y niñas en la escuela.</p> | <p>La construcción de instrumentos fomenta la participación de los niños en discusiones sobre situaciones físicas relacionadas con el concepto de presión.</p> | <p>Sesión 1 (S1)</p> <p><i>El investigador sugiere a los participantes concentrar su atención en dos cosas: la vela y el agua. ¿Qué pasó? P10: la vela se apagó, ¿y con el agua? P4: se volvió vapor, inmediatamente el grupo de participantes dicen “no” y P10: el agua está subiendo.</i></p> <p><i>Se pregunta ¿Qué o quién empujó el agua dentro del vaso? P8: El humo, luego el grupo de participantes repite esa respuesta, el investigador pregunta ¿cuál humo? P8: el de la vela, el investigador indica que como sería eso posible si ese humo está dentro del vaso, luego P10: el agua misma, el investigador pregunta ¿por qué cuando la vela estaba destapada el agua no empuja? P1: porque el vaso, como ya tenía el coso por adentro (dentro), ya la puso a subir ¿no?</i></p> <p>Sesión 3 (S3)</p> <p><i>El investigador pregunta ¿Por qué cuando la botella tenía la tapa, el</i></p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <i>agua no salía por los tres agujeros? P8: porque no tenía oxígeno y el agua estaba ejerciendo presión, perdón, el oxígeno que tenía en la parte de arriba estaba ejerciendo presión hacia abajo y por eso los dos huecos de abajo, tenían el agua para salir. Simultáneamente P9: Porque estaba haciendo presión entonces cuando uno hace presión eso no sale.</i> |
|--|--|--|

Nota. Los colores asignados a las subcategorías e indicios están relacionados con el análisis que se realizará más adelante. La tabla es una creación propia.

Para finalizar, con el objetivo de desarrollar los descubrimientos de la investigación, se llevó a cabo un proceso de triangulación de la información, el cual según Cisterna (2005) es entendido como la actividad de recopilar y analizar de manera dialéctica toda la información relevante relacionada con el tema de investigación, utilizando los instrumentos apropiados, y que en su esencia conforma el conjunto de resultados de una investigación.

Todo lo mencionado podrá verse con mayor profundidad en la siguiente sesión.

Fase de Reflexión Final: Presentando los análisis de los resultados obtenidos

En este apartado se expondrán los resultados obtenidos mediante la minuciosa recolección y análisis de datos de la investigación, los cuales fueron obtenidos a lo largo de las diferentes sesiones de observación, intervención e implementación de las planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica. Estos resultados ofrecerán una visión precisa y detallada de los patrones, tendencias y relaciones identificados en los datos recopilados.

Además, se realizará un análisis crítico de estos hallazgos, se examinarán las implicaciones de los resultados en el contexto, se explorarán las conexiones entre los datos y la pregunta de investigación planteadas al inicio del estudio, lo que permitirá la obtención de conclusiones significativas y la formulación de recomendaciones relevantes para futuras investigaciones o aplicaciones prácticas.

Este apartado se erige como el núcleo de la investigación, donde las diferentes unidades de análisis se combinan para dar vida a los hallazgos, donde se revela la riqueza y trascendencia de la investigación realizada.

Sobre las categorías de investigación

Como se pudo evidenciar en el plan de análisis, se proponen dos categorías de investigación, las cuales según Cisterna (2005) describen las temáticas generales de la investigación, estas son: procesos discursivos para la construcción de conocimiento científico en niños y experimentación cualitativa exploratoria en la Escuela Nueva.

La primera categoría se refiere a la importancia de los procesos discursivos para la construir conocimiento científico, donde resulta esencial llevar a cabo prácticas experimentales que permitan la creación de explicaciones para eventos y fenómenos físicos. Estas prácticas otorgan significado a las observaciones bajo análisis. Esto no solo valida el conocimiento para los estudiantes, sino que también les capacita para aportar sus propias ideas a medida que participan en debates y discusiones a lo largo del proceso.

La segunda categoría de esta investigación se centra en la experimentación cualitativa exploratoria como un componente esencial para lograr una comprensión más profunda y holística de los fenómenos científicos. Esta perspectiva busca trascender la enseñanza centrada en la mera

transmisión de contenidos y avanzar hacia un enfoque basado en los procesos de aprendizaje, es decir, desarrollar una mentalidad más flexible y reflexiva en el aprendizaje científico desde una perspectiva sociocultural.

A continuación, se presentan los resultados de la investigación y su respectivo análisis por cada subcategoría, los cuales están acompañados previamente de una profundización teórica relacionada con cada de estas, la finalidad de ello no es más que facilitar la comprensión de los resultados.

Procesos discursivos para la construcción de conocimiento científico en niños

La generación e implementación de instrumentos para la construcción del conocimiento científico dentro de la formación de niños y niñas en la escuela

Dentro de esta subcategoría se toma en cuenta la información recolectada en las diferentes sesiones de trabajo en las cuales, a partir de la construcción e implementación de instrumentos dentro del desarrollo de diversas actividades experimentales, se observaron discusiones entre los participantes alrededor de una situación física en particular y se hizo evidente como la construcción de estos instrumentos se convierte en un sustento para explicar situaciones físicas que se presenten a futuro, relacionadas específicamente con el concepto presión.

Esto destaca la ya mencionada importancia del instrumento (Iglesias, 2004), donde este se puede considerar como el producto de una acción específica en la experiencia, que facilita y mejora la exploración de los fenómenos, además, lo ya mencionado de Ferreirós y Ordoñez (2002) en cuanto a que la participación del instrumento en la ciencia ha contribuido a desmitificar numerosas creencias erróneas presentes en enfoques científicos tradicionales, donde el papel experimental se limitaba a realizar observaciones precisas, considerando que estas eran las que facilitaban la formulación de teorías.

Los indicios previstos en esta categoría, que posibilitaron la identificación y organización de las unidades de análisis apropiadas son los siguientes:

- La construcción de instrumentos fomenta la participación de los niños en discusiones sobre situaciones físicas relacionadas con el concepto de presión.

- Los estudiantes usan los instrumentos contruidos previamente como punto de apoyo para explicar nuevas situaciones físicas relacionadas con el concepto presión.

Como unidades de análisis para esta subcategoría, se toma en cuenta la información recolectada de los participantes en las diferentes sesiones, que evidencian cómo los estudiantes se incorporan en discusiones alrededor de situaciones físicas por medio de la construcción de instrumentos y como el uso de estos instrumentos sirven de apoyo para nuevas explicaciones relacionadas con el concepto presión.

El siguiente fragmento es tomado de las transcripciones realizadas a las actividades de la S1, en la cual se propone un instrumento que permita evidenciar los efectos de la presión atmosférica. Luego de hacer un recorrido por las ideas previas que los participantes tienen sobre los conceptos presión, atmosfera, presión atmosférica, peso, peso del aire, se realiza el montaje del instrumento y se van haciendo preguntas. Previamente se había preguntado por lo que podía suceder con la vela si se tapaba con el vaso, al momento de usar el instrumento, se evidencia una discusión generada por las diversas respuestas que se presentaron simultáneamente ante lo que observaron. Esto permite evidenciar como los estudiantes se incorporan en discusiones alrededor de situaciones físicas por medio de la construcción de instrumentos. A continuación, se presenta la transcripción del fragmento en mención: *El investigador sugiere a los participantes concentrar su atención en dos cosas: la vela y el agua. ¿Qué pasó? P10: la vela se apagó, ¿y con el agua? P4: se volvió vapor, inmediatamente el grupo de participantes dicen “no” y P10: el agua está subiendo.*

La discusión planteada en el anterior apartado trasciende cuando el investigador más adelante realiza otra pregunta a partir de lo observado, lo cual se encuentra en el siguiente fragmento de la transcripción: *Se pregunta ¿Qué o quién empujó el agua dentro del vaso? P8: El humo, luego el grupo de participantes repite esa respuesta, el investigador pregunta ¿cuál humo? P8: el de la vela, el investigador indica que como sería eso posible si ese humo está dentro del vaso, luego P10: el agua misma, el investigador pregunta ¿por qué cuando la vela estaba destapada el agua no empuja? P1: porque el vaso, como ya tenía el coso por adentro, ya la puso a subir ¿no?*

Para la sesión S3, durante la ejecución de las planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica, específicamente las actividades de desarrollo, el grupo de participantes se encuentra en una discusión alrededor de lo que observan por subgrupos en la manipulación de uno de los instrumentos previamente contruidos por ellos. El fragmento extraído de las transcripciones que da cuenta de dicha discusión es el siguiente: *El investigador pregunta ¿Por qué cuando la botella tenía*

la tapa, el agua no salía por los tres agujeros? P8: porque no tenía oxígeno y el agua estaba ejerciendo presión, perdón, el oxígeno que tenía en la parte de arriba estaba ejerciendo presión hacia abajo y por eso los dos huecos de abajo, tenían el agua para salir. Simultáneamente P9: Porque estaba haciendo presión entonces cuando uno hace presión eso no sale.

En este caso, con la construcción e implementación del instrumento dentro de la actividad experimental se puede confirmar lo propuesto por Iglesias (2004) cuando afirma que el instrumento puede ser visto como el resultado de una acción particular en una experiencia. Esta manera de ver el instrumento fomenta la discusión entre los participantes en torno a una situación física relacionada con el concepto presión.

A continuación, se presenta la síntesis de la relación entre la subcategoría, el indicio y sus respectivas unidades de análisis (ver tabla 5):

Tabla 5

Relación entre la subcategoría 1, el indicio 1 y sus respectivas unidades de análisis

| SUBCATEGORÍAS | INDICIOS | UNIDADES DE ANÁLISIS |
|---|--|---|
| <p>La generación e implementación de instrumentos para la construcción del conocimiento científico dentro de la formación de niños y niñas en la escuela.</p> | <p>La construcción de instrumentos fomenta la participación de los niños en discusiones sobre situaciones físicas relacionadas con el concepto de presión.</p> | <p>Sesión 1 (S1)</p> <p><i>El investigador sugiere a los participantes concentrar su atención en dos cosas: la vela y el agua. ¿Qué pasó? P10: la vela se apagó, ¿y con el agua? P4: se volvió vapor, inmediatamente el grupo de participantes dicen “no” y P10: el agua está subiendo.</i></p> <p><i>Se pregunta ¿Qué o quién empujó el agua dentro del vaso? P8: El humo, luego el grupo de participantes repite esa respuesta, el investigador pregunta ¿cuál humo? P8: el de la vela, el investigador indica que como sería eso posible si ese humo está dentro del vaso, luego P10: el agua misma, el investigador pregunta ¿por qué cuando la vela estaba destapada el agua no empuja? P1: porque el vaso, como ya tenía el coso por adentro (dentro), ya la puso a subir ¿no?</i></p> <p>Sesión 3 (S3)</p> <p><i>El investigador pregunta ¿Por qué cuando la botella tenía la tapa, el agua no salía por los tres agujeros? P8: porque no tenía oxígeno y el agua estaba ejerciendo presión, perdón, el oxígeno que tenía en la parte de arriba estaba ejerciendo presión hacia abajo y por eso los dos huecos de abajo, tenían el agua para salir. Simultáneamente P9: Porque estaba haciendo presión entonces cuando uno hace presión eso no sale.</i></p> |

Nota. La tabla es una creación propia

Por otro lado, con el ánimo de constatar el hecho de que los estudiantes emplean los instrumentos que han sido creados con antelación, es decir, en experiencias anteriores, como una

base para explicar nuevas situaciones físicas que están vinculadas al concepto presión, se extraen algunos apartados de la información recopilada.

En primer lugar, en la S3, al momento de estar desarrollando las actividades de apertura de las planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica, sostienen una discusión por equipos sobre qué es la presión atmosférica. Al abordar uno de los subgrupos, uno de los participantes menciona: *P9: Es una presión que nos hace hacer lo que hicimos con el experimento del aire no pesa (haciendo referencia a una actividad realizada en S2), eso es por la presión atmosférica, mira que nosotros no sentimos que el aire pesa, pero pesa, entonces la presión que casi nosotros no sentimos (haciendo referencia a que la presión atmosférica parece imperceptible, pero está ahí).* El argumento de P9 parte de la construcción de un instrumento durante una actividad experimental realizada en S2, que sirve como apoyo para explicar el concepto de presión atmosférica a partir de una nueva situación en S3.

Frente a este fragmento es posible mencionar como según Ferreirós y Ordoñez (2002), la implementación de instrumentos dentro de las actividades experimentales da lugar a una oportunidad de explorar, probar lo que se puede hacer con un nuevo dispositivo y ver como se relaciona con instrumentos y experiencias anteriores, facilitando la explicación de los nuevos fenómenos. A continuación, se presenta la tabla con la relación hecha entre la subcategoría 1, el indicio 2 y sus respectivas unidades de análisis (ver tabla 6):

Tabla 6

Relación entre la subcategoría 1, el indicio 2 y su respectiva unidad de análisis

| SUBCATEGORÍAS | INDICIOS | UNIDADES DE ANÁLISIS |
|---|---|---|
| <p>La generación e implementación de instrumentos para la construcción del conocimiento científico dentro de la formación de niños y niñas en la escuela.</p> | <p>Los estudiantes usan los instrumentos construidos previamente como punto de apoyo para explicar nuevas situaciones físicas relacionadas con el concepto presión.</p> | <p>Sesión 2 (S2) y Sesión 3 (S3)</p> <p><i>P9: Es una presión que nos hace hacer lo que hicimos con el experimento del aire no pesa (haciendo referencia a una actividad realizada en S2), eso es por la presión atmosférica, mira que nosotros no sentimos que el aire pesa, pero el pesa, entonces la presión que casi nosotros no sentimos (haciendo referencia a que la presión atmosférica parece imperceptible, pero está ahí).</i></p> |



Nota. La tabla es una creación propia

Los procesos discursivos y su relevancia en la apropiación de los conceptos para los estudiantes de Escuela Nueva

Los procesos discursivos se ubican como un factor esencial dentro de la generación de explicaciones para fenómenos físicos en el contexto de actividades experimentales, de este modo, el lenguaje desempeña un papel fundamental al dotar de significado a la experimentación en la construcción del conocimiento científico (Malagón, 2002; García y Estany, 2010). Por esta razón se hace importante la implementación de actividades experimentales con los estudiantes de la educación básica primaria, ya que estas favorecen según Romero et al. (2013) las discusiones, acuerdos, desacuerdos y razones, que, en conjunto, facilitan una comprensión más profunda de los conceptos científicos y promueven el desarrollo de un pensamiento crítico y reflexivo.

En consecuencia, dentro de esta subcategoría se analiza la información relacionada con los siguientes indicios:

- La construcción de instrumentos y las actividades experimentales fomentan la participación de los estudiantes en las discusiones de clase.
- A través de actividades de divulgación los estudiantes muestran una apropiación del concepto presión.

La elección de las unidades de análisis para esta subcategoría se centra en identificar los escenarios e intervenciones donde los participantes ponen de manifiesto cómo la construcción de instrumentos dentro de las actividades experimentales promueve la participación de los estudiantes en los diferentes espacios de la clase de ciencias naturales. Además, demuestra cómo, a través de procesos discursivos, logran apropiarse de conceptos, específicamente en este caso, el concepto de presión.

Por medio de la observación realizada en S5, donde los estudiantes, en compañía de la maestra y los investigadores realizan una visita al acueducto, se pudo constatar que luego de la participación de los estudiantes en S1, S2, S3 y S4 en las diferentes actividades experimentales y la

construcción de instrumentos propuestos, estos se notan más activos dentro de las discusiones que se propician en la clase de ciencias naturales. Si bien el escenario del acueducto veredal es algo novedoso para ellos, su constante intervención en las discusiones alrededor de las diferentes explicaciones que los operarios del acueducto les comparten; las cuales se dan entre ellos, con la maestra, los investigadores y el mismo personal del acueducto, son cosas que al principio de las visitas al centro de práctica no se evidenciaron en las observaciones realizadas por los investigadores y registradas en los diarios de campo.

Es importante aclarar que las discusiones a las cuales se refiere este apartado difieren de las planteadas en los indicios de la subcategoría anterior. Esto se debe a que, para los indicios de esta subcategoría, se contempla la participación en discusiones dentro del espacio de clase, mientras que las discusiones mencionadas en los indicios anteriores están estrictamente relacionadas con la situación física que se está desarrollando en ese momento con respecto al concepto de presión.

En este sentido, se observa como durante la visita al acueducto, en un caso específico, los estudiantes discuten sobre el uso de una pecera, la cual cumple con la función de alertar una posible contaminación del agua que se pretende distribuir a la población (ver figura 22).

Figura 18

Discusión en torno al uso de la pecera en el acueducto veredal



Nota. Fuente foto tomada en visita al acueducto veredal

Esto se relaciona estrechamente con lo mencionado por autores como Romero et al. (2013) quien propone que las actividades experimentales juegan un papel importante en el desarrollo de habilidades discursivas, las cuáles sirven para generar discusiones que permiten la comprensión de conceptos y su relación con el entorno.

A continuación, se presenta la relación entre la subcategoría 2, el indicio 2.1 y su respectiva unidad de análisis (ver tabla 7):

Tabla 7

Relación entre la subcategoría 2, el indicio 2.1 y su respectiva unidad de análisis

| SUBCATEGORÍAS | INDICIOS | UNIDADES DE ANÁLISIS |
|--|--|--|
| Los procesos discursivos y su relevancia en la apropiación de los conceptos para los estudiantes de escuela nueva. | La construcción de instrumentos y las actividades experimentales fomentan la participación de los estudiantes en las discusiones de clase. | Sesión 5 (S5) <i>Se observa como durante la visita al acueducto, en un caso específico, los estudiantes discuten sobre el uso de una pecera, la cual cumple con la función de alertar una posible contaminación del agua que se pretende distribuir a la población (ver figura 18).</i> |

Nota. La tabla es una construcción propia

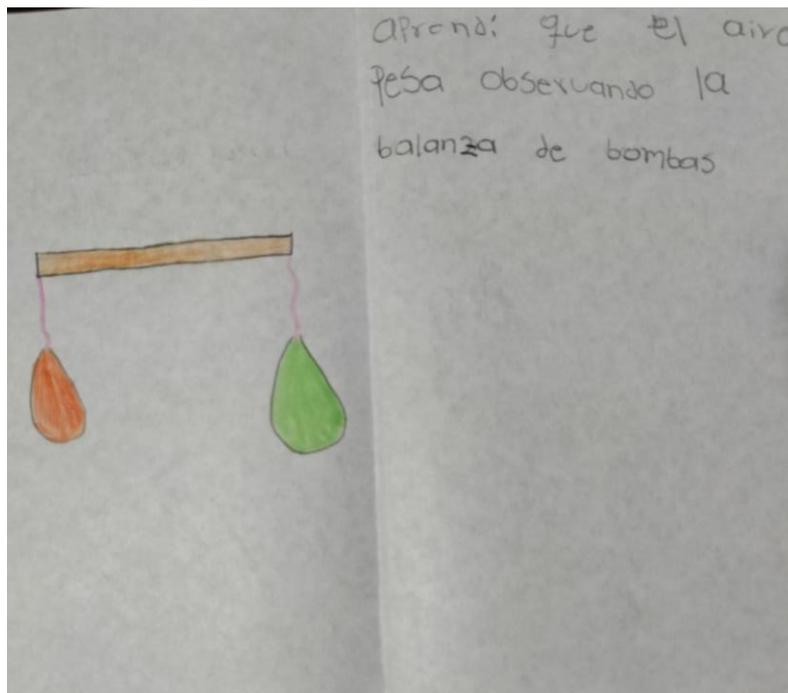
En cuanto a la información recopilada que valida dentro de esta investigación como un hecho la apropiación del concepto presión por medio de actividades de divulgación, se ubicaron varios escenarios dentro de las diferentes sesiones que permiten constatar esto. Inicialmente, dentro de S2, al final de la jornada, luego de participar en las actividades propuestas por los investigadores, los estudiantes deben registrar en una hoja de block por medio de imágenes, texto o ambas, que aprendieron en dicha sesión, además, los investigadores se iban acercando para observar la evolución de dichas producciones, las cuales al final fueron compartidas por algunos de los participantes con sus compañeros mediadas por un ejercicio de divulgación de lo que registraban en sus producciones, es decir, contar que fue lo que aprendieron. Todo este ejercicio está consignado en las diferentes planeaciones y diarios de campo de los investigadores. El fragmento sustraído de los diarios de

campo que evidencia lo ya mencionado es el siguiente: *El estudiante P9 pide la palabra al grupo de investigadores para compartir con el grupo lo que registraron en su hoja, P9: Yo en mi hoja escribí que el aire pesa observando la balanza de bombas, al explotar uno de las bombas vemos que la otra se inclina, eso es por el peso del aire. Luego se le da la palabra a P10: me gustó mucho el del vaso porque no sabía que la presión atmosférica era para todos los lados. Al final se le da la palabra a P3: me gustaron mucho todos los experimentos que hicimos, más el del globo que nos enseña si el aire pesa.*

A continuación, se presenta la imagen tomada a la producción realizada por uno de los participantes, la cual se encuentra relacionada con uno de los fragmentos mencionados, el cual da cuenta del momento en que el estudiante comparte su trabajo y lo que aprendió con sus compañeros (ver figura 23).

Figura 19

Producción del estudiante P9 al final de la sesión 2



Nota. La transcripción fue tomada de los diarios de campo, la imagen es una creación propia

Por otro lado, dentro de la S4, como parte de las actividades de cierre de las planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica, los estudiantes a partir de las diferentes experiencias llevadas

a cabo en las fases anteriores, en los equipos de trabajo deben preparar una pequeña exposición para sus compañeros donde expliquen con sus palabras lo que entendieron de cada actividad, haciendo énfasis en el concepto presión, presión atmosférica y presión a profundidad. De las exposiciones se toman los siguientes fragmentos, los cuales son parte de la intervención espontánea de cada participante: *Grupo 1, P10: yo aprendí que, gracias a la presión atmosférica, el aire pesa (haciendo referencia a la influencia del peso del aire en la presión atmosférica). Grupo 2, P9: yo aprendí que el aire pesa y que el agua sube gracias a la presión atmosférica (haciendo referencia una de las actividades experimentales realizadas en S3) y que el aire nosotros no lo sentimos, aunque pesa (haciendo referencia al peso imperceptible del aire). Grupo 3, P2: Aprendí que la vela siempre se apaga si no hay oxígeno y que el oxígeno empuja el agua para arriba (haciendo referencia a la presión atmosférica).*

Con base en lo expuesto por cada uno de los participantes, autores como (Malagón, 2002; García y Estany, 2010) señalan que el papel del lenguaje en el proceso de la construcción del conocimiento es importante porque da significado a los experimentos, por lo tanto, facilita la construcción de explicaciones de los fenómenos físicos en el contexto de la actividad experimental, esto requiere procesos discursivos relacionados con lo que se pretende observar, lo que se percibe y lo que se representa de un hecho.

A continuación, se presenta la relación entre la subcategoría 2, el indicio 2.2 y su respectiva unidad de análisis (ver tabla 8):

Tabla 8

Relación entre la subcategoría 2, el indicio 2.2 y su respectiva unidad de análisis.

| SUBCATEGORÍAS | INDICIOS | UNIDADES DE ANÁLISIS |
|--|---|--|
| Los procesos discursivos y su relevancia en la apropiación de los conceptos para los estudiantes de escuela nueva. | A través de actividades de divulgación los estudiantes muestran una apropiación del concepto presión. | Sesión 2 (S2) <i>El estudiante P9 pide la palabra al grupo de investigadores para compartir con el grupo lo que registraron en su hoja, P9: Yo en mi hoja escribí que el aire pesa observando la balanza de bombas, al explotar uno de las bombas vemos que la otra se inclina, eso es por el peso del aire. Luego se le da la palabra a P10: me gustó mucho el del vaso porque no sabía que la</i> |

| | |
|--|--|
| | <p><i>presión atmosférica era para todos los lados. Al final se le da la palabra a P3: me gustaron mucho todos los experimentos que hicimos, más el del globo que nos enseña si el aire pesa.</i></p> <p>Sesión 4 (S4)</p> <p><i>Grupo 1, P10: yo aprendí que, gracias a la presión atmosférica, el aire pesa (haciendo referencia a la influencia del peso del aire en la presión atmosférica).</i></p> <p><i>Grupo 2, P9: yo aprendí que el aire pesa y que el agua sube gracias a la presión atmosférica (haciendo referencia una de las actividades experimentales realizadas en S3) y que el aire nosotros no lo sentimos, aunque pesa (haciendo referencia al peso imperceptible del aire).</i></p> <p><i>Grupo 3, P2: Aprendí que la vela siempre se apaga si no hay oxígeno y que el oxígeno empuja el agua para arriba (haciendo referencia a la presión atmosférica).</i></p> |
|--|--|

Nota. La tabla es una creación propia

En el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física en la básica primaria, bajo el modelo de Escuela Nueva, el uso de la experimentación cualitativa exploratoria en la planificación de las actividades de clase genera contribuciones valiosas, especialmente en cuatro líneas fundamentales que destacan el papel crucial del desarrollo de procesos discursivos para la construcción del conocimiento científico.

Primero, la construcción de instrumentos emerge como un catalizador para la participación activa de los niños en discusiones sobre situaciones físicas. Al involucrarse en el proceso de creación de herramientas para experimentar, los estudiantes no solo desarrollan habilidades prácticas, sino que también se sumergen en diálogos colaborativos que promueven una comprensión más profunda de los fenómenos físicos.

Segundo, los instrumentos contruidos previamente se convierten en puntos de apoyo fundamentales para que los estudiantes expliquen nuevas situaciones físicas. Esta conexión entre la experiencia directa y la conceptualización fortalece la capacidad de los niños para relacionar y aplicar conocimientos, fomentando así un entendimiento más holístico de los principios físicos.

En tercer lugar, la construcción de instrumentos y la realización de actividades experimentales no solo enriquecen el aprendizaje individual, sino que también estimulan la participación activa de los estudiantes en las discusiones de clase. Esta interacción fomenta un ambiente de aprendizaje colaborativo, donde los niños comparten ideas, cuestionan y construyen colectivamente su comprensión del mundo físico.

Finalmente, a través de actividades de divulgación, los estudiantes no solo demuestran una apropiación de conceptos físicos, sino que también ejercen la capacidad de comunicar sus descubrimientos de manera efectiva. Estas experiencias de divulgación no solo refuerzan el dominio de los contenidos, sino que también cultivan habilidades discursivas esenciales, preparando a los niños para expresar y compartir su comprensión del mundo que les rodea. En conjunto, estas cuatro líneas destacan cómo la experimentación cualitativa exploratoria, dentro del marco de la Escuela Nueva, impulsa el desarrollo integral de los estudiantes en el ámbito de la física, fortaleciendo la construcción activa del conocimiento científico.

Experimentación cualitativa exploratoria en la Escuela Nueva

Las actividades o prácticas experimentales como objeto movilizador del trabajo grupal e individual de los niños en la escuela con relación a la física

Como ya se mencionó anteriormente, el modelo de escuela nueva promueve el trabajo cooperativo e individual por medio de las guías que se encuentran en las cartillas, sin embargo, trasladar el trabajo grupal e individual a la realización de actividades experimentales de tipo cualitativo y exploratorias se presentan como una alternativa que posibilita la construcción del conocimiento en física, toda vez que estas aportan a la cimentación de bases conceptuales (Ruíz et al., 2021), además, desde el MEN por medio de los EBC de ciencias sociales y naturales parte del proceso formativo se entiende como “compartir y debatir con otros sus inquietudes, sus maneras de

proceder, sus nuevas visiones del mundo; buscar soluciones a problemas determinados y hacer uso ético de los conocimientos científicos” (p. 96).

Por consiguiente, la presente subcategoría presenta los siguientes indicios sobre los cuales se realizará el respectivo análisis con la información recolectada:

- En el desarrollo de las actividades experimentales los estudiantes muestran una apertura para ayudarse entre sí en la comprensión de las situaciones físicas abordadas.
- En el desarrollo de las actividades experimentales los estudiantes muestran una disposición a cambiar de perspectiva y validar con su equipo de trabajo sus propias explicaciones.

Dentro de esta subcategoría, la elección de la información para la conformación de las unidades de análisis se hace en correspondencia con esos momentos donde los estudiantes al participar de las distintas actividades experimentales, evidencian una intención innata de facilitar a sus compañeros la comprensión de los diferentes fenómenos trabajados en cada una de las sesiones, además, validan con su grupo de compañeros sus propias explicaciones dando cabida a la posibilidad de cambiar de perspectiva en algunas ocasiones.

Tomando en cuenta lo mencionado, al indagar en la información recopilada, se encuentra que en S2, durante la implementación de una de las actividades experimentales propuesta para comprender el comportamiento de la presión atmosférica, se observa cómo los estudiantes de los grados tercero, cuarto y quinto, trabajan con uno de sus pares de grados inferiores en el montaje del instrumento, además, buscan una manera adecuada para que su compañero comprenda la situación física ante la cual están presentes. El fragmento de la transcripción realizada de este momento relata: *El investigador sugiere que cada una de las parejas lo intente, es decir, que hagan el montaje y observen que ven. Las diferentes parejas comienzan a observar, en algunos casos se queda el papel pegado al vaso, en otros se cae, lo que requiere repeticiones, donde al final todos los participantes logran que su trozo de papel se quede pegado al vaso. Los participantes más grandes, ayudan a sus compañeros más pequeños a lograr el montaje mientras van explicando lo que sucede.* Del registro fotográfico que hace parte de la información recopilada, se toma la siguiente imagen para respaldar la anterior transcripción (ver figura 24).

Figura 20

Trabajo cooperativo entre los estudiantes



Nota. Fuente foto tomada durante el desarrollo de S2

Con todo esto, es posible encontrar una correspondencia con lo propuesto por Ruiz et al. (2021) cuando menciona que la opción de llevar a cabo actividades experimentales cualitativas y exploratorias, tanto de forma individual como en grupos, se presenta como una alternativa que facilita la construcción del conocimiento en física. Esto se debe a que contribuyen al establecimiento de fundamentos conceptuales sólidos.

A continuación, se presenta la relación entre la subcategoría 3, el indicio 3.1 y su respectiva unidad de análisis (ver tabla 9):

Tabla 9

Relación entre la subcategoría 3, el indicio 3.1 y su respectiva unidad de análisis

| SUBCATEGORÍAS | INDICIOS | UNIDADES DE ANÁLISIS |
|---|---|--|
| Las actividades o prácticas experimentales como objeto movilizador del trabajo grupal e individual de los niños en la escuela con relación a la física. | En el desarrollo de las actividades experimentales los estudiantes muestran una apertura para ayudarse entre sí en la comprensión de las situaciones físicas abordadas. | Sesión 2 (S2) <i>El investigador sugiere que cada una de las parejas lo intente, es decir, que hagan el montaje y observen que ven. Las diferentes parejas comienzan a observar, en algunos casos se queda el papel</i> |

| | | |
|--|--|---|
| | | <i>pegado al vaso, en otros se cae, lo que requiere repeticiones, donde al final todos los participantes logran que su trozo de papel se quede pegado al vaso. Los participantes más grandes, ayudan a sus compañeros más pequeños a lograr el montaje mientras van explicando lo que sucede.</i> |
|--|--|---|

Nota. La tabla es una creación propia

Continuando con el rastreo de la información y su relación con la manera en que los estudiantes logran un cambio de perspectiva frente a una situación física y validan sus propias explicaciones al participar en actividades experimentales, se observa que en S2 se presenta un escenario en el cual las opiniones sobre el peso del aire estaban divididas. Sin embargo, después de llevar a cabo una actividad experimental con el apoyo de los investigadores y de discutir entre los participantes lo observado, se evidencian cambios en las opiniones de los participantes y la construcción de una opinión general por parte del grupo. Los siguientes fragmentos dan cuenta de lo aquí mencionado: *La primera pregunta es una de las que ya se había trabajado con los participantes de tercero a quinto ¿El aire pesa? Participante de primero responde que no pesa, P1: sí pesa, participante de transición responde que no pesa, P2: no pesa, P9: no pesa, P10: Sí pesa. El investigador menciona que, en general, todavía se observan las mismas dudas de la primera actividad en los participantes (haciendo referencia a las dudas observadas en S1). El participante P5 toma la palabra para decir que el aire si pesa, luego P3 complementa diciendo que el aire si pesa porque de lo contrario no se podrían mover las puertas. El investigador comparte con los participantes el montaje del primer instrumento al cual nombra “balanza”, pregunta a los participantes ¿La balanza está en equilibrio? y P5 responde que sí está en equilibrio. El investigador indica que usará una candela para explotar uno de los globos y pregunta a los participantes ¿Que va a pasar? P10 responde que se va a explotar, el investigador pregunta ¿Y luego? P10 responde que cae la basura del globo que se explotó, el investigador pregunta ¿qué pasa con el otro globo? P10 responde que se inclina, el investigador pregunta ¿por qué se inclina? P10 responde porque el otro no tiene el otro peso, entonces el investigador dice “Entonces el aire...” y P10 termina la frase diciendo “Si pesa” El investigador aprovecha el momento para referirse a los*

aportes de P10 indicando que, según esas apreciaciones, el aire si pesa, luego pregunta ¿Quién está en equilibrio en esa situación? y un participante de primero responde que el aire. El investigador pregunta a P10 que, si el aire no pesara, qué pasaría con el globo que queda inflado luego de explotar el otro, a lo que P10 responde que no se inclinaría. El investigador invita a los participantes a observar lo que va a suceder para volver sobre la discusión de si el aire pesa o no pesa, antes de explotar el globo el investigador vuelve y pregunta ¿el aire pesa? a lo que los participantes responden muy divididos entre el sí y él no, sin embargo, se hace una votación y predomina el sí. Se procede a explotar uno de los globos y se pregunta si bajó o no bajó el otro globo y se responde por parte de todos los participantes que sí, luego el investigador pregunta, a partir de ver la balanza inclinada como anticipó P10, ¿el aire pesa? y los participantes responden al unísono que sí.

Este escenario deja en evidencia lo contemplado por el MEN en sus EBC, específicamente al mencionar que la formación en ciencias debe fomentar el desarrollo de ciudadanos con la capacidad de observar, analizar, cuestionar y comprender su entorno, así como de compartir sus descubrimientos y debatir con otros, incluso logrando cambios en la perspectiva con relación a una situación particular.

A continuación, se presenta la relación entre la subcategoría 3, el indicio 3.2 y su respectiva unidad de análisis (ver tabla 10).

Tabla 10

Relación entre la subcategoría 3, el indicio 3.2 y su respectiva unidad de análisis

| SUBCATEGORÍAS | INDICIOS | UNIDADES DE ANÁLISIS |
|---|--|--|
| <p>Las actividades o prácticas experimentales como objeto movilizador del trabajo grupal e individual de los niños en la escuela con relación a la física.</p> | <p>En el desarrollo de las actividades experimentales los estudiantes muestran una disposición a cambiar de perspectiva y validar con su equipo de trabajo sus propias explicaciones.</p> | <p>Sesión 2 (S2)</p> <p><i>La primera pregunta es una de las que ya se había trabajado con los participantes de tercero a quinto ¿El aire pesa? Participante de primero responde que no pesa, P1: sí pesa, participante de transición responde que no pesa, P2: no pesa, P9: no pesa, P10: Sí pesa. El investigador menciona que, en general, todavía se observan las mismas dudas de la primera actividad en los participantes (haciendo referencia a las dudas observadas en S1).</i></p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <i>...Se procede a explotar uno de los globos y se pregunta si bajó o no bajó el otro globo y se responde por parte de todos los participantes que sí, luego el investigador pregunta, a partir de ver la balanza inclinada como anticipó P10, ¿el aire pesa? y los participantes responden al unísono que sí.</i> |
|--|--|--|

Nota. La tabla es una creación propia, los puntos suspensivos al inicio del segundo párrafo que se encuentra en la casilla de las unidades de análisis indican que no se copió el texto completo, ya que este se encuentra unos párrafos más arriba

La experimentación como mediador dentro del proceso formativo entre la escuela, las dinámicas familiares y el entorno en el cual habitan los niños y niñas

La aplicación de actividades experimentales cualitativas y exploratorias en escuelas rurales, particularmente dentro del marco del modelo pedagógico de escuela nueva, tiene como objetivo mejorar el desarrollo de los estudiantes al aprovechar su entorno social y cultural. La riqueza del entorno posibilita entender la ciencia como una creación cultural que adquiere importancia para los estudiantes cuando ellos se apropian de los conceptos científicos (Ramírez, 2018).

De manera similar a las categorías previas, esta se define a través de ciertos indicios que posibilitan la identificación de unidades de análisis específicas para su posterior interpretación, las cuales son:

- Los estudiantes construyen explicaciones sobre el funcionamiento del acueducto veredal ASOENSE a partir de un prototipo casero realizado por ellos.
- Los estudiantes usan los conocimientos adquiridos en clase para explicar a sus familiares y estudiantes de grados inferiores algunas situaciones físicas relacionadas con el concepto presión.

Dentro de esta subcategoría, se tendrá en cuenta para la construcción de las unidades de análisis, la información recopilada que pertenece a la explicación que construyen los participantes a partir de un modelo hecho por ellos sobre la visita al acueducto veredal, así mismo, los aportes donde los estudiantes utilizan lo aprendido en las diferentes intervenciones de los investigadores, para

explicar algunas de las situaciones físicas relacionadas con el concepto presión a sus compañeros de grados inferiores y familias.

Durante S6, los estudiantes, en compañía de los investigadores, construyen un modelo funcional a escala que ilustra el funcionamiento de un sistema de acueducto. Este modelo se basa en lo aprendido durante la visita al acueducto de la vereda. Al finalizar esta actividad, los investigadores sugieren a los participantes que elaboren su propio modelo, el cual tendrán la oportunidad de compartir con sus compañeros durante la clase de ciencias naturales. El siguiente fragmento hace parte de la presentación realizada por uno de los participantes: *P5 inicia la explicación de su modelo del acueducto veredal: Esta es la fuente principal (señalando el recipiente blanco), aquí hay un tanque donde se limpia el agua (señalando uno de los recipientes transparentes) y de aquí pasa el agua a las casas. Este es un tanque reservado (señala el recipiente transparente que se encuentra cerca del tanque principal), no le pudimos hacer el hueco porque ya lo habíamos pegado y quedaría muy junto (esto haciendo referencia al porque no unió el tanque principal con el tanque reservado), entonces los hicimos este aquí y este aquí (señalando cómo conectó el tanque reservado a otras dos viviendas de su modelo).* Con el ánimo de brindar un mejor acercamiento al fragmento transcrito, se adjunta imagen del modelo elaborado por P5³ (ver figura 25).

Figura 21

Prototipo de acueducto veredal elaborado por P5



Nota. Tomado de video realizado por P5 con la explicación de su maqueta

³ El prototipo fue elaborado por P5 en casa y presentado en la escuela a la maestra cooperadora y compañeros en la clase de ciencias naturales, sin embargo, también envió el video de la explicación desde casa, el cual hace parte de los insumos de esta investigación.

A continuación, se presenta la relación entre la subcategoría 4, el indicio 4.1 y su respectiva unidad de análisis (ver tabla 11).

Tabla 11

Relación entre la subcategoría 4, el indicio 4.1 y su respectiva unidad de análisis

| SUBCATEGORÍAS | INDICIOS | UNIDADES DE ANÁLISIS |
|---|---|--|
| <p>La experimentación como mediador dentro del proceso formativo entre la escuela, las dinámicas familiares y el entorno en el cual habitan los niños y niñas.</p> | <p>Los estudiantes construyen explicaciones sobre el funcionamiento del acueducto veredal ASOENSE a partir de un prototipo casero realizado por ellos.</p> | <p>Sesión 6 (S6)</p> <p><i>P5 inicia la explicación de su modelo del acueducto veredal: Esta es la fuente principal (señalando el recipiente blanco), aquí hay un tanque donde se limpia el agua (señalando uno de los recipientes transparentes) y de aquí pasa el agua a las casas. Este es un tanque reservado (señala el recipiente transparente que se encuentra cerca del tanque principal), no le pudimos hacer el hueco porque ya lo habíamos pegado y quedaría muy junto (esto haciendo referencia al porque no unió el tanque principal con el tanque reservado), entonces los hicimos este aquí y este aquí (señalando cómo conectó el tanque reservado a otras dos viviendas de su modelo).</i></p> |

Nota. La tabla es una creación propia

Siguiendo por esta misma línea, luego de S3, donde los estudiantes tuvieron la oportunidad de trabajar por equipos para la realización de las diferentes actividades experimentales y construcción de instrumentos, mientras se realizaba la actividad titulada el agua que sube, se pudo evidenciar cómo los estudiantes de tercero, cuarto y quinto, aprovechaban su participación previa en S1 para explicar a sus compañeros de grados inferiores que sucede durante la implementación de la actividad propuesta en S3. Algunos fragmentos que permiten observar lo mencionado son los siguientes: *Por grupos, se les hace entrega de los materiales para que realicen el experimento del agua y la vela, los estudiantes que ya lo hicieron en clase pasada les expliquen a sus compañeros*

que está pasando. P10: Van a ver que cuando ahorita ponga el vaso, van a ver que la vela se va a apagar y el agua y el aire van a subir. Luego de realizar el montaje y observar lo que sucede, un estudiante de primero pregunta dentro de su grupo ¿Por qué sube el agua? P10: porque acabo el oxígeno, la vela se apaga y el agua se sube con el aire y el aire hace presión, y cuando el vaso lo quita, eso hace como una burbuja, saliendo el aire. Simultáneamente, se observa lo sucedido en otro grupo. P8 pregunta a las estudiantes de preescolar: ¿El agua subió o no subió? Las niñas de preescolar responden: subió. P8: porque la presión del oxígeno (refiriéndose a la presión ejercida por el aire) es la que hace que cuando la vela se apaga el agua se suba y genera esa reacción, cuando la vela se apaga es que ya se acabó el oxígeno y el agua entonces se sube.

Por otro lado, luego de que los estudiantes participaran en S1, la maestra cooperadora (en consenso con los investigadores) aprovecha el desarrollo de dicha actividad y solicita a sus estudiantes que deben ir a sus casas y contarles a las familias que aprendieron el día de hoy. La idea es que cada uno de los estudiantes debe realizar un video replicando lo trabajado en S1, explicando a sus familiares lo que aprendieron y entendieron de dicha jornada. De las transcripciones realizadas de los videos enviados por los participantes, se toman los siguientes apartados que permiten evidenciar cómo los niños y niñas comparten con sus familias lo aprendido en clase relacionado con la presión: P6: *Estamos haciendo el experimento, usaremos un plato con agua y una vela y un vaso de vidrio. La idea es prender la vela (muestra cómo encender la vela) y ponerle el vaso (con la vela encendida procede a tapar la vela con el vaso. Cuando se apaga la vela el agua sube (acto seguido sucede lo que el participante indica y sus familiares dicen: vea, vea, vea).* P8: *Vamos a hacer un experimento, los materiales son, una vela, un plato, un vaso y agua. vamos a echar el agua al plato o recipiente y vamos a prender la vela, esto siempre haciéndolo con la supervisión de un adulto responsable y vamos a poner el vaso de vidrio, por favor (haciendo referencia a tapar la vela que está encendida con el vaso) y vamos a observar qué pasa con el agua. ¿Vieron que se apaga la vela? Esto es porque no hay oxígeno, entonces la presión empuja el agua.*

Todo lo mencionado deja ver como la enseñanza de las ciencias mediante la aplicación de prácticas experimentales cualitativas y exploratorias se convierte en una herramienta que habilita a los estudiantes que están siendo educados dentro del modelo de escuela nueva a comprender de manera lógica y estructurada el mundo que les rodea. Este desarrollo argumentativo en los estudiantes demuestra que pueden aplicar conscientemente lo que han aprendido en la escuela a su entorno, lo que les capacita para ser miembros activos de la sociedad, críticos y con la habilidad de

tomar decisiones en situaciones específicas basadas en argumentos coherentes. Por lo tanto, se sostiene que la experimentación se sitúa dentro de una perspectiva sociocultural, lo que implica que su ejecución se ve influenciada por las intenciones y demandas del contexto en el que se realiza, asimismo, surge como un producto del proceso en el que las comunidades que la realizan buscan atribuirle significado e interpretación (Ramírez, 2018).

A continuación, se presenta la relación entre la subcategoría 4, el indicio 4.2 y sus respectivas unidades de análisis (ver tabla 12).

Tabla 12

Relación entre la subcategoría 4, el indicio 4.2 y sus respectivas unidades de análisis

| SUBCATEGORÍAS | INDICIOS | UNIDADES DE ANÁLISIS |
|--|--|--|
| <p>La experimentación como mediador dentro del proceso formativo entre la escuela, las dinámicas familiares y el entorno en el cual habitan los niños y niñas.</p> | <p>Los estudiantes usan los conocimientos adquiridos en clase para explicar a sus familiares y estudiantes de grados inferiores algunas situaciones físicas relacionadas con el concepto de presión.</p> | <p>Sesión 3 (S3)</p> <p><i>Por grupos, se les hace entrega de los materiales para que realicen el experimento del agua y la vela, los estudiantes que ya lo hicieron en clase pasada les expliquen a sus compañeros que está pasando. P10: Van a ver que cuando ahorita ponga el vaso, van a ver que la vela se va a apagar y el agua y el aire van a subir. Luego de realizar el montaje y observar lo que sucede, un estudiante de primero pregunta dentro de su grupo ¿Por qué sube el agua? P10: porque acabo el oxígeno, la vela se apaga y el agua se sube con el aire y el aire hace presión, y cuando el vaso lo quita, eso hace como una burbuja, saliendo el aire. Simultáneamente, se observa lo sucedido en otro grupo. P8 pregunta a las estudiantes de preescolar: ¿El agua subió o no subió? Las niñas de preescolar responden: subió. P8: porque la presión del oxígeno (refiriéndose a la presión ejercida por el aire) es la hace que cuando la vela se apaga el agua se suba y genera esa reacción, cuando la vela se apaga es que ya se acabó el oxígeno y el agua entonces se sube.</i></p> |

| | |
|--|---|
| | <p>Sesión 1 (S1)</p> <p><i>P6: Estamos haciendo el experimento, usaremos un plato con agua y una vela y un vaso de vidrio. La idea es prender la vela (muestra cómo encender la vela) y ponerle el vaso (con la vela encendida procede a tapar la vela con el vaso. Cuando se apaga la vela el agua sube (acto seguido sucede lo que el participante indica y sus familiares dicen: vea, vea, vea).</i></p> <p><i>P8: Vamos a hacer un experimento, los materiales son, una vela, un plato, un vaso y agua. vamos a echar el agua al plato o recipiente y vamos a prender la vela, esto siempre haciéndolo con la supervisión de un adulto responsable y vamos a poner el vaso de vidrio, por favor (haciendo referencia a tapar la vela que está encendida con el vaso) y vamos a observar qué pasa con el agua. ¿Vieron que se apaga la vela? Esto es porque no hay oxígeno, entonces la presión empuja el agua.</i></p> |
|--|---|

Nota. La tabla es una creación propia

El uso de la experimentación cualitativa exploratoria en la planificación de actividades de clase en la básica primaria bajo el modelo de Escuela Nueva conlleva contribuciones significativas al proceso de enseñanza y aprendizaje de la física. En este contexto, las virtudes de la experimentación no solo se traducen en una comprensión más profunda de los fenómenos físicos, sino que también se manifiestan en dinámicas colaborativas que enriquecen la experiencia educativa.

En el desarrollo de actividades experimentales, se destaca la notable apertura de los estudiantes para ayudarse mutuamente en la comprensión de situaciones físicas complejas. La experimentación se convierte así en un catalizador para la colaboración entre pares, fomentando un ambiente de aprendizaje cooperativo donde los niños comparten ideas, resuelven problemas en conjunto y fortalecen sus habilidades comunicativas.

Además, la experimentación cualitativa exploratoria propicia una disposición única por parte de los estudiantes para cambiar de perspectiva y validar sus propias explicaciones en colaboración con sus equipos de trabajo. Esta flexibilidad cognitiva se convierte en un componente esencial para el desarrollo del pensamiento crítico y la capacidad de revisar y mejorar las concepciones individuales a través del diálogo y la argumentación colectiva.

En un plano más amplio, la experimentación no solo se limita al aula, sino que sirve como mediador en el proceso formativo que conecta la escuela, las dinámicas familiares y el entorno de los niños. Al integrar experiencias experimentales que reflejan la realidad de su contexto, se establece un puente entre los conocimientos adquiridos en la escuela y su aplicación práctica en la vida cotidiana, proporcionando así una educación más significativa y contextualizada.

En resumen, la experimentación cualitativa exploratoria no solo enriquece la comprensión de la física, sino que también cultiva valores colaborativos, flexibilidad cognitiva y una conexión más profunda entre el aprendizaje escolar y la vida de los estudiantes en la básica primaria bajo el modelo de Escuela Nueva. Este enfoque no solo fortalece las bases científicas, sino que también promueve habilidades sociales y una visión integrada del conocimiento.

Implicaciones Didácticas y Consideraciones Finales

Conclusiones derivadas de la investigación

Al realizar una comparación entre la problemática identificada, los objetivos que se plantearon al inicio de la investigación y los resultados que se obtuvieron, es esencial destacar varios aspectos que el equipo de investigación considera que fueron fundamentales para el desarrollo de este estudio.

Inicialmente, es pertinente indicar que los objetivos de la investigación se han cumplido de manera efectiva. Los resultados obtenidos dan cuenta del papel relevante de las actividades experimentales de tipo cualitativas exploratorias y la construcción de instrumentos en la apropiación de conceptos físicos y el desarrollo de procesos discursivos en los niños y niñas de la IER Piedras Blancas sede El Salado, lo que respalda la metodología y enfoque empleados. Esto subraya la importancia de una planificación cuidadosa y una ejecución adecuada en el proceso de investigación.

La participación en el espacio de formación durante la práctica pedagógica se presentó como una valiosa oportunidad para contextualizar la enseñanza de la física de una manera que trasciende la mera transmisión de verdades absolutas. En este contexto, se brindó a los niños y niñas la oportunidad de participar en procesos discursivos y llevar a cabo actividades experimentales. Esto les permitió sumergirse en la experiencia de intentar comprender un mundo natural que requiere ser construido y validado socialmente. Este enfoque reconoció que la comprensión de la física y la construcción del conocimiento científico son procesos activos que deben validarse de manera colectiva. En resumen, esta experiencia de formación proporcionó un espacio enriquecedor para que los estudiantes participaran activamente en la construcción y validación colectiva de su comprensión del mundo natural, en lugar de recibir conocimiento de manera pasiva.

Por otro lado, es necesario resaltar las virtudes del método elegido para llevar a cabo esta investigación. La investigación acción se concibe como un proceso de cambio que se aborda de manera colectiva. Esta perspectiva enfatiza la importancia de la participación activa de los actores clave en una situación o contexto en todo el proceso de investigación. Implica una estrecha colaboración entre los investigadores y los participantes para identificar problemas, diseñar intervenciones y evaluar resultados. En este orden de ideas, el papel de la maestra cooperadora fue fundamental, ya que se logró integrar su participación activa en la construcción e implementación

de las diferentes actividades propuestas. Esto generó un impacto en la práctica de la maestra quien al final de la experiencia manifestó: *Mi dinámica, digámoslo así, se vio afectada en cuanto a las estrategias de experimentación que se llevaron al aula. Observé una gran motivación en mis estudiantes, aunque yo había aplicado previamente la experimentación en diferentes temas. Sin embargo, ellos (refiriéndose a los investigadores) tenían experiencia en el área específica en la que estábamos trabajando, lo que hizo que la experimentación fuera muy interesante, novedosa y también fácil de entender para mis estudiantes. Ellos pudieron aplicarla en sus hogares, lo que me permitió ver que quizás en otras áreas también podría experimentar con ellos, permitiéndoles llevar a cabo actividades igual de accesibles en sus casas. Además, esta metodología resultó altamente efectiva en su aprendizaje. En resumen, fue una experiencia innovadora.* En este contexto, la Investigación Acción no solo tiene como objetivo comprender una situación, sino también impulsar transformaciones sociales y mejorar prácticas. Esta perspectiva va más allá de la mera observación pasiva y busca activamente influir en la realidad, promoviendo el cambio social positivo y mejorando las prácticas existentes. Así, la Investigación Acción se convierte en una herramienta poderosa para abordar problemas reales y crear un impacto positivo en la comunidad o la organización en la que se lleva a cabo.

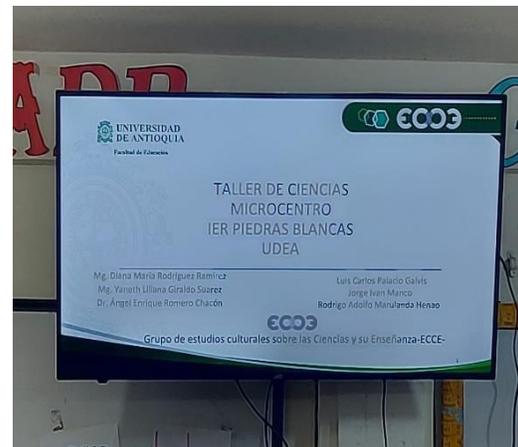
Es importante señalar, que luego de las fases de la investigación, y cuando se realizó la evaluación de todo el ejercicio, a manera de espiral planteada por Kemmis y McTaggart (1988), surgió una nueva planificación y acción, que se llevó a cabo con los demás docentes de las otras tres sedes de la institución y que funcionan bajo el modelo de Escuela Nueva. Las sedes son S. Pueblito, S. San Isidro y S. San Ignacio.

La actividad que surgió luego de la reflexión final, contempló una jornada de capacitación, en el marco de los microcentros,⁴ que se realizan cada mes en la sede principal de la IER Piedras Blancas, con el objetivo de dar a conocer a los demás docentes, el fundamento teórico de la investigación, algunas evidencias, resultados y reflexiones derivados de dicho ejercicio. Se les presentó a los docentes las actividades realizadas con los estudiantes y la maestra cooperadora de la Sede de El Salado, y se les invitó a realizarlas ellos mismos, con el propósito de poder participar en una plenaria que proporcionara ideas de mejoramiento del instrumento construido.

⁴ Los microcentros son espacios que la institución educativa le abre a los maestros de las sedes que funcionan bajo el modelo de escuela nueva, con el propósito de compartir experiencias, hacer planificaciones, adecuaciones curriculares y trabajar en conjunto en los diferentes proyectos institucionales y sus respectivas actividades.

Figura 22

Microcentro de Escuela Nueva. IER Piedras Blancas Sede Principal



Nota. Maestros participantes del Microcentro, jornada de capacitación a cargo de los investigadores

Figura 23

Microcentro de Escuela Nueva. Realización de actividades experimentales con los docentes



Nota. Los maestros desarrollan las actividades propuestas dentro de las planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica

Luego de la jornada de capacitación en el marco del Microcentro, los docentes de las demás sedes que funcionan bajo el modelo de Escuela Nueva, replicaron las actividades en sus sedes y se compartieron entre sí, los resultados de dicha aplicación. Queda a la institución la tarea de continuar con estos espacios de formación, y seguir incorporando en sus planeaciones y adecuaciones curriculares, los elementos que fueron compartidos durante dicha jornada de capacitación, suscitada a partir de la experiencia obtenida en la sede de El Salado, y que, por iniciativa de la maestra cooperadora, fue compartida con todos los demás docentes de Escuela Nueva de la institución.

Figura 24

Evidencias de la aplicación de las planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica en la sede San Ignacio.



Nota. Los maestros de la sede San Ignacio, compartieron las fotos de la aplicación de una de las actividades de las planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica

Por último, es importante destacar la relevancia del contexto en el marco de esta investigación, así como la riqueza inherente al mismo. A pesar de las limitaciones de recursos y espacios en la educación rural, el entorno ofrece oportunidades únicas para la implementación de nuevas estrategias que permitan a los niños y niñas establecer una conexión tangible entre la escuela y el mundo que los rodea. La experimentación, sin duda, se convierte en un elemento central en la articulación sociocultural de estos aspectos.

Reflexiones sobre la implementación de las actividades propuestas en la planeación a modo de secuencia didáctica

Al comenzar este proyecto de investigación, el equipo tenía un conocimiento limitado sobre la educación rural en el país. En particular, no se estaba al tanto de la existencia del modelo de educación flexible Escuela Nueva, ni de las condiciones en las que se implementa. Para desarrollar una propuesta coherente y relevante para el contexto en el que realizaría la intervención, fue esencial sumergirse en la realidad educativa de esta zona.

Esta inmersión permitió no solo adquirir información sobre la educación rural y el modelo Escuela Nueva, sino también comprender los desafíos y las oportunidades únicas que enfrentan las escuelas y los estudiantes en entornos rurales. Fue un proceso de aprendizaje fundamental para diseñar una intervención efectiva que realmente se adaptara a las necesidades y circunstancias de esa comunidad educativa.

Inicialmente, la identificación del contexto se convirtió en un pilar fundamental. Fue la primera vez que el equipo de investigadores trabajó con niños en un entorno rural bajo el modelo de Escuela Nueva. A pesar de conocer la existencia del modelo, no tenían una comprensión completa de su funcionamiento. El primer acercamiento se realizó con la maestra cooperadora, quien siempre estuvo dispuesta a participar y acompañar la investigación (ver figura 26). Ella dejó en evidencia las dificultades que enfrentaba en su día a día, trabajando bajo un modelo no graduado en el que todos los niños requerían de su atención. Además, destacó cómo las familias demandaban el mejor acompañamiento y cómo toda la comunidad estaba dispuesta a contribuir para fortalecer cualquier aspecto en el proceso de formación de sus niños.

Figura 25

Participación de la maestra cooperadora en la implementación de las planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica



Nota. Fuente foto tomada durante el desarrollo de S4

Esto último fue fundamental en la implementación de las planeaciones de clase construidas con la maestra cooperadora a modo de secuencia didáctica. Las familias y la comunidad hicieron todo lo que estaba a su alcance para involucrarse en la propuesta. Preguntaban, hacían sugerencias y dejaban en evidencia cada intervención que sus hijos realizaban en casa, explicándoles lo que habían aprendido (a través de videos enviados a la maestra cooperadora). Además, es importante mencionar la gran acogida que tuvo la propuesta por parte de entidades como el acueducto veredal ASOENSE, quienes abrieron sus puertas para compartir con los niños y niñas sobre el funcionamiento del mismo y la relación con lo implementado en las actividades propuestas dentro de las planeaciones de clase (ver figura 26).

Figura 26

Visita al acueducto ASOENSE



Nota. Fuente foto tomada durante el desarrollo de S5

Por otro lado, se encuentra el acercamiento con los niños y niñas. Esto abarca desde considerar un saludo y una presentación hasta la búsqueda constante de formas para facilitar la comprensión de las situaciones físicas trabajadas en cada actividad experimental propuesta dentro de las planeaciones de clase. La capacidad de asombro, el deseo de compartir ideas, debatir opiniones y encontrar una explicación hicieron que lo que inicialmente pudo presentarse como motivo de incertidumbre se convirtiera en una oportunidad para disfrutar del aprendizaje a través de la reflexión sobre su entorno. Como decían ellos: *así no lo sintamos, ni lo veamos.*

Todo lo mencionado habla del desafío en el que se convirtió el diseño de cada una de las actividades. Estas no solo buscaban atender la intencionalidad que surge del problema planteado, es decir, convertir la experimentación y la construcción de instrumentos en una oportunidad para que los niños y niñas se apropiaran de conceptos y desarrollaran procesos discursivos, aprovechando al

máximo su entorno y dando sentido a la experimentación como construcción social del conocimiento. También debían proporcionar una alternativa ante las precarias condiciones en la escuela rural.

Reflexiones como maestros de matemáticas y física

A continuación, cada uno de los integrantes del equipo de investigación reflexionará de manera individual sobre cómo la investigación ha contribuido a su formación como maestros de matemáticas y física.

Jorge Iván Manco

Como lo manifesté al principio de este trabajo de grado; desde que salí del colegio tuve una gran inclinación por la enseñanza de las matemáticas y la física. Dios me dio la oportunidad de hacer posible este sueño al permitirme estar en una universidad tan maravillosa e interactuar con excelentes profesores y compañeros, los cuales estuvieron presentes en mi proceso académico, personal y laboral.

Durante mi formación como estudiante y docente he aprendido lo importante de asumir los sueños con responsabilidad y de no rendirse por múltiples dificultades que se tengan, que siempre va haber alguien ahí dispuesto para empujarte. Lo importante es equilibrar, a mi juicio: el equilibrio emocional y más en esta profesión donde nos vamos a enfrentar a formar cientos de estudiantes con personalidades diferentes. Esto lo digo por experiencia propia, la cual me llevó a enfrentar muchísimos problemas que por poco en muchas ocasiones me dejan fuera de este sueño.

Maestros, seguridad; crean en ustedes, todo es posible cuando estamos bien empoderados de cada una de las capacidades que tenemos, de lo que somos como personas, de lo que puedo dar como maestro. Afuera están esos estudiantes esperando por nosotros, para que les ayudemos no solo en los contenidos matemáticos o de ciencias, sino también para que los escuchemos, para que les demos un consejo. Seamos ese hombro en que ellos necesitan recostarse, hacemos parte de su formación, un maestro seguro forma estudiantes seguros.

Es importante en el ejercicio docente articular el saber disciplinar a la calidad humana y profesional para hacer de nuestros estudiantes personas críticas capaces de resolver no solo los problemas en matemáticas sino también afrontar las adversidades de la vida.

Del trabajo aprendí que la disciplina puede llegar a ser más fundamental en los procesos de enseñanza -aprendizaje que las mismas capacidades, que cuando hay dedicación, hay resultados favorables.

De igual forma se aprendió que la experimentación resulta ser una alternativa muy interesante en las actividades prácticas en la construcción de conocimiento. Hay que facilitarle los medios al estudiante para que deje volar la imaginación y llegue a sacar sus propias conclusiones en sus procesos argumentativos para que se conviertan en espacios de reflexión en la práctica educativa.

Se debe sugerir construir instrumentos sencillos en actividades experimentales ya que estos permiten una mejor visualización del fenómeno generando gran satisfacción y curiosidad por la enseñanza.

Rodrigo Adolfo Marulanda Henao

La llegada hasta este punto, en mi caso, ha sido un cúmulo de experiencias que han dejado un sinnúmero de aprendizajes que nunca pensé lograr cuando ingresé a la carrera en el año 2001; para ese entonces tan solo tenía claro que se me daba con facilidad entender y explicar a mis compañeros cualquier tema relacionado con matemáticas y física, pero contemplar la posibilidad de acompañar los procesos de formación de niños y niñas en estas áreas del conocimiento no era una opción.

Llegar a este lugar de práctica pedagógica y con esta propuesta fue algo que en principio me parecía muy atropellado por múltiples factores, lo ya mencionado con respecto al trabajo con niños y niñas, venir de una experiencia de muchos años como docente de física de los grados superiores y a razón de ello cuestionar todo el tiempo las formas de mi propuesta y el deseo del otro, ese otro de quien llegué a pensar que eran un caso perdido; con el pasar de los días descubrí que en mi vida era necesario para continuar convivir con la capacidad de asombro y disposición de los niños, que quizá fui parte del modelo responsable en hacer de los adolescentes un producto desinteresado y facilista.

Dentro de mi formación como maestro y mis años de ejercicio docente siempre me he interesado por trabajar en herramientas que permitan procesos más críticos y reflexivos,

específicamente en la enseñanza y aprendizaje de la física, ir en contra del pensamiento instaurado de que muchas cosas de las que se trabajan en el aula son un producto acabado, sin la más mínima oportunidad para el estudiante de reflexionar sobre lo que se está abordando. Mi participación dentro de esta investigación me ha llevado a estar más cerca de la actividad experimental de tipo cualitativa exploratoria y contemplarla como un mecanismo adecuado cuando se pretende ir con los estudiantes en la búsqueda de apropiarse de nuevos conceptos por medio de la construcción del conocimiento científico, marcando durante el proceso el carácter sociocultural de la enseñanza de las ciencias, el cual ubica a la escuela como un lugar propicio para la experimentación, donde la labor como maestros implica involucrar a los estudiantes en la comprensión de la naturaleza del mundo que los rodea.

Luis Carlos Palacio Galvis

Esta investigación puso un gran reto para el camino y las dinámicas en las que nos queremos desenvolver como docentes, de aquí que busquemos maneras distintas en la enseñanza-aprendizaje de los estudiantes, que sirva para la construcción del conocimiento científico, donde puedan hacer reflexiones y críticas a las situaciones en las que se ven enfrentados, es por ello que en el contexto en que se desarrolla se vuelve tan importante, ya que llena de gran significado y da oportunidad de generar distintos ambiente de estudio, en donde los estudiantes no se sientan frustrados a la hora de estudiar, si no por el contrario, puedan disfrutar del escenario que se está creando a la vez que van aprendiendo.

Por otro lado, este trabajo permitió identificar distintos escenarios en los que se desarrolla la educación en Colombia, primero me encuentro con una institución de carácter privada, que me pone a cuestionar las formas en que en muchos colegios del país se desarrollan las clases de matemáticas y física, la construcción del conocimiento en física, como un validación de hechos y en matemáticas como una aplicación de fórmulas, además el estudiante es visto como un cliente dentro de la institución que sirve a esta económicamente, lo que implica que dentro del aula de clase en muchas ocasiones se pierda las interacciones que se dan entre el docente y el alumno que sirven para la enseñanza y aprendizaje, por esta razón el papel que desarrollamos como practicante en este tipo de escenarios se quede corto para la realización del tipo de investigación propuesto.

En segundo lugar, tenemos un escenario totalmente distinto de carácter público y rural, donde el papel del estudiante es parte fundamental para el desarrollo de la enseñanza aprendizaje y se pueden llevar a cabo diferentes implementaciones de trabajo, donde se presenta un poco más de libertad para trabajar con cada uno de ellos, desde aquí pienso que podemos realizar cambios en las perspectivas de cada uno de los estudiantes y realizar investigaciones que ayuden tanto a la construcción del conocimiento, como a desarrollar problemas en el entorno en el que nos desenvolvemos tanto los estudiantes como los profesores.

Por último, pienso que este tipo de investigaciones pueden ayudar en distintos contextos y espacios educativos para mostrar a los docentes formas alternativas de desarrollar las sesiones de clase y más específicamente, las clases de física, que se muestran como formas alternativas para comprender los fenómenos y realizar reflexiones acerca de estos, que sirven para encontrar distintas soluciones al contexto específico en que se esté desarrollando.

Recomendaciones

La promoción de la incorporación de actividades experimentales en la enseñanza actual reviste una importancia fundamental en el ámbito educativo. Estas actividades no solo sirven como herramientas pedagógicas efectivas para el aprendizaje de conceptos científicos, sino que también desempeñan un papel esencial en la formación de pensadores críticos desde una edad temprana. En un mundo caracterizado por un flujo constante de información y desafíos complejos, el fomento del pensamiento crítico se vuelve imprescindible para que los estudiantes no solo adquieran conocimientos, sino que también desarrollen la capacidad de analizar, cuestionar y aplicar su comprensión de manera reflexiva. Esta habilidad no solo los empodera como aprendices, sino que también los prepara para enfrentar con confianza los desafíos del futuro y tomar decisiones informadas en una sociedad cada vez más compleja. Además, la incorporación de actividades experimentales desde edades tempranas en la escuela enriquece la experiencia de aprendizaje de los estudiantes al fomentar la curiosidad, la exploración y el cuestionamiento activo. Estas actividades no solo les permiten absorber conocimientos, sino que también los alientan a formular preguntas y buscar respuestas por sí mismos, lo que contribuye al desarrollo de habilidades cognitivas esenciales. La base sólida establecida mediante estas experiencias sienta las bases para su desarrollo intelectual y su capacidad de pensar críticamente a lo largo de sus vidas.

Por otro lado, la creación de planeaciones basadas en actividades experimentales de tipo cualitativo exploratorio se presenta como una estrategia pedagógica poderosa para fortalecer la comprensión de conceptos físicos en niños y niñas. Estas actividades que se proponen dentro de las planeaciones de clase no solo les permiten experimentar de manera activa, sino que también los involucran en la observación, el razonamiento y la construcción de explicaciones propias sobre los fenómenos naturales. Este enfoque va más allá de la mera memorización y promueve una comprensión profunda y duradera de los conceptos físicos. En última instancia, prepara a los estudiantes para un futuro en el que la ciencia y el pensamiento crítico desempeñarán un papel central en su desarrollo personal y en su contribución a la sociedad.

En esta línea, es crucial promover la inclusión del contexto rural en investigaciones vinculadas a la enseñanza de las ciencias. A menudo, este entorno presenta desafíos y oportunidades únicas que merecen una atención más profunda. Al hacerlo, se puede comprender mejor las necesidades específicas de las comunidades rurales y desarrollar enfoques pedagógicos que sean más

relevantes y efectivos para los estudiantes que residen en estas zonas. Además, al integrar el contexto rural en la investigación, se contribuye a la equidad educativa al garantizar que todos los estudiantes, sin importar dónde vivan, tengan acceso a una educación de calidad en ciencias.

También se recomienda examinar el impacto a largo plazo de esta investigación en la enseñanza de la física a medida que los niños que participaron en las actividades experimentales avanzan hacia la educación media. Sería valioso llevar a cabo un seguimiento para evaluar cómo las habilidades y la comprensión adquiridas a través de estas experiencias formativas influyen en su desempeño en la educación secundaria. Esto proporcionaría una visión más completa de cómo las actividades experimentales en la educación básica pueden contribuir al desarrollo continuo de habilidades científicas y al fomento de un interés sostenido en la física a lo largo de su educación.

Se considera que futuras investigaciones en torno a esta temática podrían abordar preguntas en torno a cuestionamientos como los siguientes:

- ¿Cómo influye en la formación de los docentes de ciencias naturales y matemáticas, el conocimiento de contextos escolares rurales y diversos en el territorio colombiano?
- ¿Cómo podría gestarse una reestructuración de las cartillas de escuela nueva, que contemple visiones de ciencia como las expuestas en esta investigación?

Referencias

- Amelines Rico, P. A., García Arteaga, E. G., Giraldo Suárez, Y. L., Mejía Aristizábal, L. S., Morcillo Molina, C., Quinto Moya, J. A., y Tobón Cardona, E. (2017). *La experimentación en la clase de ciencias: aportes a una enseñanza de las ciencias contextualizada con reflexiones metacientíficas*.
- Arcá, M. G., Guidoni, P. P. y Mazzoli, P. (1990). *Enseñar ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Paidós.
- Arroyave Botero, J. D., y Arboleda Londoño, M. I. (2021). *La actividad experimental como medio para la construcción de pensamiento físico de los niños de Escuela Nueva, un desafío para los tiempos de pandemia*.
- Borda, O. F. (2009). *La investigación acción en convergencias disciplinarias*. Revista paca, (1), 7-21.
- Carmona Sánchez, J. C., Vanegas Vargas, J., y Mosquera, L. P. (2013). *El papel del instrumento en el análisis de la medida del peso: un proceso de recontextualización*.
- Cázares, L. G. (2003). *El desarrollo del concepto de presión y las concepciones previas de los estudiantes de bachillerato*. Educación en física: Incursiones en su investigación, 41-78.
- Cisterna, F. C. (2005). *Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa*. theoria, 14(1), 61-71.
- Colbert, V. (2018). *Escuela Nueva, Escuela Unitaria, educación personalizada, pedagogía activa, educación a distancia, tecnología educativa, modelos flexibles, aprendizaje colaborativo, destrezas siglo XXI*. Herrera González, J. D, 21, 113-140.
- de Oliveira Figueiredo, G. (2015). *Investigación Acción Participativa: una alternativa para la epistemología social en Latinoamérica*. Revista de investigación, 39(86), 271-290.
- Díaz-Barriga, Á. (2013). *Guía para la elaboración de una secuencia didáctica*. UNAM, México, consultada el, 10(04), 1-15.
- Ferreirós, J., y Ordóñez, J. (2002). *Hacia una filosofía de la experimentación (Towards a Philosophy of Experiment)*. Crítica: revista hispanoamericana de filosofía, 47-86.
- Feyerabend, P. (1975). *Tratado contra el método*. Tecnos.
- Flick, U. (2015). *El diseño de la investigación cualitativa (Vol. 1)*. Ediciones Morata.
- Galeano, M. E. (2018). *Estrategias de investigación social cualitativa: el giro en la mirada*. Fondo Editorial FCSH.

-
- García A., Edwin G. y Estany, Anna (2010). *Filosofía de las prácticas experimentales y enseñanza de las ciencias*. En: praxis filosófica, N.º 31, p. 7-24. Cali: Universidad del Valle.
- Gaviria, M. C., y Colbert, V. (2017). *Historia de Escuela Nueva en Colombia: Una renovación pedagógica para el siglo XXI*. Fundación Escuela Nueva.
- Giraldo-Gil, E., y Monsalve-Agudelo, C. M. (2022). *Los contenidos científicos en los textos escolares para educación primaria rural colombiana*. Praxis & Saber, 13(33), 18-35.
- Hacking, I. (1996). Representar e intervenir. Paidós.
- Hoyos Álvarez, M. A. (2020). *Enseñanza de las ciencias naturales en el contexto escuela nueva: una posibilidad para la transdisciplinariedad*.
- Iglesias, M. (2004). *El giro hacia la práctica en filosofía de la ciencia: una nueva perspectiva de la actividad experimental*. Opción, 20(44), 98-119.
- Kemmis, K. y McTaggart, R. (1988). *Cómo planificar la investigación-acción*. Barcelona: Laertes.
- Kuhn, T. (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*. University of Chicago Press.
- Lakatos, I. (1978). *La metodología de los programas de investigación científica*. Alianza Editorial.
- Malagón Sánchez, J. F. (2002). *Teoría y experimento, una relación dinámica: implicaciones en la enseñanza de la física*. Bogotá: Universidad pedagógica Nacional (UPN), Departamento de física. Documento inédito.
- León Monsalve, J. (2017). *Instrumentos de medición mediadores en el fortalecimiento del pensamiento métrico en niños de grado tercero de la Institución Educativa Rural Bosconia, del municipio de Bucaramanga*.
- Martínez Oliveros, J. (2020). *La experimentación en un aula de educación primaria*.
- Mejía Padilla, M. F. (2014). *Implementación de actividades experimentales usando materiales de fácil obtención como estrategia didáctica en la enseñanza aprendizaje de la química en la básica secundaria*. Departamento de Ingeniería.
- Merlinsky, G. (2006). *La entrevista como forma de conocimiento y como texto negociado*. Cinta de Moebio. Revista de Epistemología de Ciencias Sociales, (27).
- Miguel Torres, B. (2017). *La Ciencia a través de la experimentación en Educación Primaria: diseño, intervención y análisis de la práctica*.

- Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). *Escuela Nueva*.
<https://www.mineducacion.gov.co/portal/Preescolar-basica-y-media/Modelos-Educativos-Flexibles/340089:Escuela-Nueva>
- Mora Álvarez, Y. E. (2017) *Herramienta didáctica para la enseñanza del concepto de presión hidrostática y principio de Arquímedes mediado por plataforma virtual Moodle offline*. Facultad de Ciencias.
- Parra Sánchez, F. A. (2020). *Enseñanza de las ciencias en la escuela rural con las TIC: una mirada frente a los aportes para asumir este reto en zonas rurales de Colombia*.
- Piñuel, J. L. R. (2002). *Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido*. Sociolinguistic studies, 3(1), 1-42.
- Popper, K. R. (1991). *Conjeturas y refutaciones: el desarrollo del conocimiento científico*. Paidós Ibérica.
- Popper, K. R. (1980). *La lógica de la investigación científica*. Tecnos.
- Quinto Moya, J. A. (2016). *La experimentación en la clase de ciencias y la construcción social de conocimiento científico: reflexiones sobre el proceso de medición en torno al fenómeno de flotación de los cuerpos*.
- Rodríguez Ramírez, D. M. (2018). *Experimentación cualitativa como propuesta para el fortalecimiento de los procesos argumentativos y la construcción de conocimiento científico escolar en básica primaria*.
- Romero Chacón, A. E., y Aguilar Mosquera, Y. (2011). *La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico: un análisis histórico y epistemológico con fines didácticos*.
- Romero Chacón, Á. E., Henao Sierra, B. L., Barros Martínez, J. F., Palacio Mejía, L. V., Restrepo Olaya, C., Arango Ramírez, J. S., y Guzmán Restrepo, J. F. (2013). *La argumentación en la clase de ciencias: aportes a una educación en ciencias en y para la civilidad fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias*.
- Ruiz Molina, M. M., Cardona López, C. J., y Romero Chacón, Á. E. (2021). *La experimentación cualitativa exploratoria y la construcción social de conocimiento*.
- Segura Robayo, D. D. J. (2011). *El pensamiento científico y la formación temprana: una aproximación a las prácticas escolares en los primeros años, vistas desde la ciencia y la tecnología*.
- Silva Bolívar, J. (2020). *Realidades inmersivas para la educación rural: experiencias de docentes y estudiantes en el modelo Escuela Nueva*.

Solís, C., Hueros, A. L., y Pueyo, M. J. P. (1994). *Razones e intereses: La historia de la ciencia después de Kuhn*. Paidós.

Vargas Romero, E. S. (2020). *La noción del tiempo: caracterización y construcción del instrumento y su unidad de medida*.

Villar, R. (1995). *El programa Escuela nueva en Colombia*. Revista Educación y pedagogía, (14-15), 357-382.

Anexos

Anexo 1. Protocolo de compromiso ético y consentimiento informado, parte I



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
SEMENARIO DE PRÁCTICA II
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN



La enseñanza y el aprendizaje de la física y las matemáticas: rol de la experimentación en la enseñanza de la Física

Protocolo de compromiso ético y Consentimiento informado para participantes de investigación¹

Estimado padre de familia y estudiante:

Usted ha sido invitado a participar en el Proyecto de Investigación titulado “*La experimentación Cualitativa Exploratoria y la construcción de instrumentos, una propuesta para la enseñanza de la física bajo el modelo de Escuela Nueva*”, cuyos investigadores son los estudiantes Luis Carlos Palacio Galvis, Jorge Ivan Manco y Rodrigo Adolfo Marulanda Henao de la Licenciatura en Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia, bajo el acompañamiento de la profesora Yaneth Liliana Giraldo Suárez Profesora de Cátedra, en calidad de asesora.

El objetivo del estudio es: Analizar las contribuciones que se generan del desarrollo de una propuesta pedagógica con niños de primaria de la IER Piedras Blancas basada en la aplicación de actividades experimentales exploratorias que privilegian la construcción del conocimiento científico para la comprensión del concepto de presión. Dicho trabajo de investigación se realizará con la participación de los estudiantes de la Institución Educativa Rural Piedras Blancas, sede El Salado, nos interesa conocer cómo se desempeñan los estudiantes de la Institución Educativa frente a los procesos de aprendizaje relacionados con la experimentación en física.

Procedimiento: En caso de aceptar la participación en esta investigación, el estudiante se involucra de manera directa en las actividades propuestas por los investigadores.

Si Usted está de acuerdo, se realizarán registros fotográficos y se grabará en audio y video de las actividades realizadas con los estudiantes en los espacios de intervención, con la única finalidad de tener registrada toda la información y poder analizarla.

Beneficios: En caso de participar de manera completa de las actividades propuestas, consideramos que como beneficios de dicho proceso está el desarrollo de una idea más completa del trabajo científico, lo cual contribuye a la futura creación de unidades didácticas para la enseñanza y el aprendizaje de la física en los niños orientadas al desarrollo de procesos discursivos por medio de la experimentación.

Finalmente, la institución educativa de la cual usted hace parte, se beneficia en cuanto a un aporte metodológico que supone el desarrollo de éste tipo de actividades, dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física, que pueden seguir siendo aplicados y en dónde usted puede convertirse en un replicador de ésta experiencia.

Confidencialidad / Devolución de la información: La información obtenida en el estudio será de carácter confidencial, y se guardará el anonimato. Esta información será utilizada únicamente por los estudiantes integrantes de la investigación, para el posterior desarrollo de informes y

¹ Adaptación realizada con base en el informe del proceso de investigación de la Magister en Educación en Ciencias Naturales Natalia Muñoz Candamil. Facultad de Educación, Universidad de Antioquia

Anexo 2. Protocolo de compromiso ético y consentimiento informado, parte II



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
SEMINARIO DE PRÁCTICA II
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN



La enseñanza y el aprendizaje de la física y las matemáticas: rol de la experimentación en la enseñanza de la Física

publicaciones en textos de divulgación y en revistas científicas. Para asegurar la confidencialidad de sus datos, Usted quedará identificado(a) con un número, o con un seudónimo, y no con su nombre, lo que garantizará el compromiso de los investigadores de no identificar las respuestas y opiniones de los participantes de modo personal.

Todos los análisis y resultados del estudio le serán dados a conocer en primera instancia a Usted, para su conocimiento y validación. Igualmente, una vez terminado el estudio, se hará un encuentro con todos los participantes para presentar los hallazgos y conclusiones; esto con la intención de recibir sus observaciones y sugerencias, las cuales serán tenidas en cuenta en el informe final.

Riesgos Potenciales/Compensación: Su participación en este estudio no involucra ningún riesgo o peligro para su salud física o mental. Los encuentros se realizarán presencial, dentro de la escuela, lo cual evitará que Usted tenga que desplazarse a otros lugares. Es importante precisar que usted no recibirá pago alguno por participar en el estudio, y tampoco tendrá costo alguno para usted, sin embargo, al hacer parte de su proceso de aprendizaje dentro del área de física, se tendrá en cuenta en la evaluación y valoración final que su profesor titular pueda otorgarle al finalizar el periodo escolar.

Participación Voluntaria/Retiro: Su participación en este estudio es voluntaria. Su decisión de participar o no, no afectará sus derechos como estudiantes de la IER Piedras Blancas, sede El Salado. Si usted decide participar en este estudio, es libre de cambiar de opinión y retirarse en el momento que usted así lo quiera, sin recibir ningún tipo de sanción; en tal caso, la información que se haya recogido hasta la fecha será descartada y eliminada del estudio.

Datos de contacto:

Cualquier pregunta que Usted desee hacer durante el proceso de investigación podrá contactar a los estudiantes Luis Carlos Palacio Galvis, Jorge Ivan Manco y Rodrigo Adolfo Marulanda Henao, Teléfonos: 3207621415 - 3116803672 - 3218535620 e-mail: lcarlos.palacio@udea.edu.co, ivan.manco@udea.edu.co, rodrigo.marulanda@udea.edu.co y a la profesora Yaneth Liliana Giraldo Suárez, profesora asesora de la investigación, teléfono 3235254346, e-mail yaneth.giraldo@udea.edu.co

Agradecemos desde ya su colaboración, cordialmente:

Luis Carlos Palacio Galvis

Rodrigo Adolfo Marulanda Henao

Jorge Ivan Manco

Yaneth Liliana Giraldo Suárez

Anexo 3. Acta de consentimiento informado



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
SEMINARIO DE PRÁCTICA II
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN



La enseñanza y el aprendizaje de la física y las matemáticas: rol de la experimentación en la enseñanza de la Física

ACTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo _____, identificado(a) con C.C. _____, como acudiente y adulto responsable, y

Yo _____, identificado(a) con T.I. _____, acepto participar voluntariamente en la investigación "*La experimentación Cualitativa Exploratoria y la construcción de instrumentos, una propuesta para la enseñanza de la física bajo el modelo de Escuela Nueva*", desarrollada por *Luis Carlos Palacio Galvis, Jorge Ivan Manco y Rodrigo Adolfo Marulanda Henao* estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas y Física de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia.

Declaro haber sido informado/a de los objetivos y procedimientos del estudio y del tipo de participación. En relación a ello, acepto participar en las actividades, y consiento que se realicen registros fotográficos y grabaciones en audio y vídeo.

Declaro haber sido informado que las fuentes de información como escritos, intervenciones en el grupo de discusión, registros fotográficos, grabaciones de audio y vídeo, se constituyen en bases de datos para los propósitos señalados, y que estos datos que se recojan serán de carácter confidencial y no se usarán para ningún otro propósito fuera de los de este estudio.

Declaro haber sido informado/a que mi participación no involucra ningún daño o peligro para mi salud física o mental, que es voluntaria, que puedo hacer preguntas en cualquier momento del estudio y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mí.

De igual forma declaro haber sido informado/a que por mi participación no tendré ninguna compensación económica.

Declaro saber que la información entregada será confidencial y anónima. Entiendo que la información será analizada por los investigadores en forma grupal y que no se podrán identificar las respuestas y opiniones de cada participante de modo personal. Declaro saber que la información que se obtenga será guardada por el investigador responsable en dependencias de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia y será utilizada sólo para este estudio.

Firma del Estudiante participante
T.I

Firma del Acudiente y adulto responsable
C.C.

Este documento se firma en dos ejemplares, quedando uno en poder de cada una de las partes.

Anexo 4. Acta de consentimiento informado firmada por familias y estudiantes



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
SEMINARIO DE PRÁCTICA II
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

La enseñanza y el aprendizaje de la física y las matemáticas: rol de la experimentación en la enseñanza de la Física



ACTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo Aida Jaramillo, identificado(a) con C.C. [REDACTED]
como acudiente y adulto responsable, y

Yo Damián Patiño Jaramillo identificado(a) con T.I. [REDACTED]
acepto participar voluntariamente en la investigación *"La experimentación como estrategia para la construcción del conocimiento científico: una propuesta para la enseñanza de la física en la escuela nueva"*, desarrollada por *Luis Carlos Palacio Galvis, Jorge Ivan Manco y Rodrigo Adolfo Marulanda Henao* estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas y Física de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia.

Declaro haber sido informado/a de los objetivos y procedimientos del estudio y del tipo de participación. En relación a ello, acepto participar en las actividades, y consiento que se realicen registros fotográficos y grabaciones en audio y vídeo.

Declaro haber sido informado que las fuentes de información como escritos, intervenciones en el grupo de discusión, registros fotográficos, grabaciones de audio y vídeo, se constituyen en bases de datos para los propósitos señalados, y que estos datos que se recojan serán de carácter confidencial y no se usarán para ningún otro propósito fuera de los de este estudio.

Declaro haber sido informado/a que mi participación no involucra ningún daño o peligro para mi salud física o mental, que es voluntaria, que puedo hacer preguntas en cualquier momento del estudio y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mí.

De igual forma declaro haber sido informado/a que por mi participación no tendré ninguna compensación económica.

Declaro saber que la información entregada será confidencial y anónima. Entiendo que la información será analizada por los investigadores en forma grupal y que no se podrán identificar las respuestas y opiniones de cada participante de modo personal. Declaro saber que la información que se obtenga será guardada por el investigador responsable en dependencias de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia y será utilizada sólo para este estudio.

Damián P

Firma del Estudiante participante
T.I. [REDACTED]

Aida Jaramillo

Firma del Acudiente y adulto responsable
C.C. [REDACTED]

Este documento se firma en dos ejemplares, quedando uno en poder de cada una de las partes.

Anexo 5. Entrevista 1



LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA

Seminario de práctica II

(2023-1)

Entrevista

A continuación, se le realizarán una serie de preguntas relacionadas con la enseñanza de las ciencias, la experimentación en ciencias y su implementación bajo el modelo de escuela nueva. Solicitamos responder de una forma precisa y coherente a cada una de ellas basada en su experiencia como docente. El propósito de esta entrevista es recopilar información para nuestra propuesta de investigación con el fin de optar al título de licenciados en matemáticas y física, la cual lleva por nombre: *“La experimentación cualitativa exploratoria y la construcción de instrumentos, una propuesta para la enseñanza de la física bajo el modelo de Escuela Nueva”*.

1. ¿Qué entiende por construcción del conocimiento científico?
2. ¿Cuál es la imagen de ciencia que ha construido en su experiencia como docente?
3. ¿Desarrolla usted con sus estudiantes actividades experimentales referentes a temas de física? si su respuesta es sí ¿cómo lo hace? si su respuesta es no ¿por qué no lo hace?
4. ¿Cómo aborda los temas de física que se deben desarrollar en los grados de primaria desde los DBA?
5. ¿Qué crees que debería cambiarse en el modelo de escuela nueva para el mejoramiento de la enseñanza de la física?
6. De las cartillas del área de ciencias naturales y educación ambiental propuestas por el MEN para el modelo de escolarización de escuela nueva ¿cuáles de las guías o contenidos desarrolla con sus estudiantes?
7. ¿Crees que estas guías sirven para el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias en estos primeros grados bajo este modelo? ¿por qué?

Anexo 6. Entrevista 2



LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA

Trabajo de grado

(2023-2)

Entrevista

A continuación, se le realizarán una serie de preguntas relacionadas con la participación que usted como co investigadora ha tenido dentro de este trabajo de grado. Solicitamos responder de una forma precisa y coherente a cada una de ellas basada en su experiencia. El propósito de esta entrevista es recopilar información para la investigación que presentaremos con el fin de optar al título de licenciados en matemáticas y física, la cual lleva por nombre: *“La experimentación cualitativa exploratoria y la construcción de instrumentos, una propuesta para la enseñanza de la física bajo el modelo de Escuela Nueva”*.

1. ¿Cómo calificaría su participación en la investigación? ¿Fue tomada en cuenta y sus criterios se reflejaron en el trabajo, o no?
2. ¿En qué medida siente que cambia su dinámica de práctica en relación con la experimentación en ciencias?

Anexo 7. Formato diario pedagógico o diario de campo

| | | | |
|--|---|------------------------------------|------------------------------|
| | FACULTAD DE EDUCACIÓN | | |
| | DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LAS ARTES | | |
| | Licenciatura en Matemáticas y Física | | |
| | Práctica Pedagógica II (2023-1) | | |
| Profesor(a): | Yaneth Liliana Giraldo Suárez | E-mail: yaneth.giraldo@udea.edu.co | |
| DIARIO PEDAGÓGICO | | | |
| Institución Educativa | | | |
| Ubicación: | | Grado: | |
| Investigador: | | Fecha: | |
| Acompañamiento N° | Hora de inicio | Hora de Finalización | N° de estudiantes Asistentes |
| Temáticas desarrolladas | | Competencias | |
| Descripción (Registro detallado de la práctica pedagógica) | | | |
| Reflexión crítica (posturas sobre la práctica pedagógica, resaltar fortalezas y aspectos a mejorar) | | | |
| Intervención (Propuesta para superar los aspectos a mejorar) | | | |
| Adecuaciones curriculares (Estrategias para las barreras del aprendizaje y la participación) | | | |

Anexo 8. Formato planeador

| | |
|---|--|
|  UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA <small>1803</small> | REGISTRO DE PLANEACIÓN DE ACTIVIDADES PEDAGÓGICAS Y PRÁCTICAS |
| | <i>Institución Educativa ... 2023-1</i> |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|--|
| Docente en formación | | | |
| Docente cooperador | | | |
| Fecha | | Nro. de sesión de práctica | |
| Tema o Actividad | | Grado | |
| Objetivo de aprendizaje <i>(El qué, cómo y para qué del aprendizaje)</i> | | | |

| Momentos | Descripción de las actividades y acciones pedagógicas | Seguimiento u observación |
|---|---|---------------------------|
| Indagación o exploración <i>(Activación de conocimiento previos, consolidación de bases para el nuevo aprendizaje)</i> | | |
| Estructuración <i>(Trabajo sobre el nuevo conocimiento a consolidar)</i> | | |
| Transferencia <i>(Aplicación de conocimiento en contexto)</i> | | |
| Evaluación <i>(Puede realizarse en toda la sesión o en un momento en específico)</i> | | |
| Recursos <i>(materiales físicos o digitales)</i> | | |
| Anexos <i>(Recursos de aprendizaje, de evaluación, rúbricas elaboradas o seleccionadas y aplicadas por el docente.)</i> | | |

Anexo 9. Planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica, parte I



La experimentación cualitativa exploratoria y la construcción de instrumentos, una propuesta para la enseñanza de la física bajo el modelo de Escuela Nueva

FÍSICA EN ACCIÓN: APRENDIENDO SOBRE PRESIÓN A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN Y LA CREACIÓN DE INSTRUMENTOS

Parte I

Previo a la realización de las actividades de esta primera jornada, se dividirá el grupo de estudiantes de la IER piedras blancas sede El Salado (Escuela Nueva) en tres subgrupos, el propósito es realizar un trabajo desde la pluralidad de los participantes. Además, se designará un monitor, el cual debe ser un estudiante de tercero, cuarto o quinto grado.

ACTIVIDADES DE APERTURA

- **Actividad inicial: Y tú ¿qué piensas?**

Objetivo: Realizar un acercamiento a las ideas previas que los estudiantes manejan con relación a los conceptos ciencia y experimentación.

En los grupos de trabajo establecidos, en el orden que establezca cada monitor, cada estudiante debe responder las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es hacer ciencia?
2. ¿Por qué y para qué se hace necesario aprender sobre la ciencia?
3. ¿Qué es la experimentación?
4. ¿Qué se necesita para hacer experimentación?
5. ¿Qué son los científicos?

- **Retomemos... ¿El aire pesa?**



La experimentación cualitativa exploratoria y la construcción de instrumentos, una propuesta para la enseñanza de la física bajo el modelo de Escuela Nueva

Objetivo: Reconocer el concepto de presión atmosférica a partir de una actividad experimental donde los estudiantes utilicen la explicación como mecanismo para la apropiación del conocimiento.

En los grupos de trabajo establecidos, con el acompañamiento de los investigadores, los estudiantes responderán las siguientes preguntas basados en la actividad experimental “El agua que sube”, la cual realizaron semanas atrás:

1. ¿Qué crees que es la presión atmosférica?
2. ¿Qué es la atmósfera?
3. ¿Qué es el peso?
4. ¿El aire pesa?
5. Si el aire pesara ¿ejercerá presión sobre nosotros?
6. ¿Qué es la presión?
7. ¿Por qué se apaga la vela?
8. ¿Por qué sube (entra) el agua en el vaso?

A continuación, cada subgrupo recreará el experimento “El agua que sube” y retomará la discusión alrededor de las preguntas ya mencionadas.

● **Actividad: “El agua que sube”**

Materiales:

- Un recipiente hondo.
- Un vaso de vidrio transparente.
- Un vaso con agua.
- Una tapa plástica de botella de gaseosa.
- Plastilina.



La experimentación cualitativa exploratoria y la construcción de instrumentos, una propuesta para la enseñanza de la física bajo el modelo de Escuela Nueva

- Una vela.
- Anilina o colorante.

Antes de iniciar, se sugiere que los investigadores pregunten abiertamente a cada grupo de estudiantes ¿Qué podemos hacer con estos materiales? Luego, se solicita al grupo nombrar un delegado, este estará encargado de relatar, junto con el monitor, el procedimiento que van a efectuar como equipo con estos materiales y a su vez, contar el por qué y para qué de cada paso que realizan.

La idea es que por medio de la experiencia que van a tener a partir de estos materiales, puedan explicar con sus palabras el fenómeno observado, acercándose a las respuestas para las preguntas realizadas previamente.

Al finalizar es importante que cada grupo realice una reflexión relacionada con la experiencia que tuvieron, orientada por la siguiente pregunta ¿Lo observado fue diferente a lo que habían imaginado inicialmente?

ACTIVIDADES DE DESARROLLO

- Objetivos
 - Identificar la concepción del concepto presión atmosférica utilizando la construcción de instrumentos dentro del desarrollo de una actividad experimental.
 - Construir una idea sobre el concepto de presión a profundidad.

Los estudiantes estarán reunidos en los grupos de trabajo previamente conformados, los investigadores facilitarán a cada monitor los siguientes materiales:



La experimentación cualitativa exploratoria y la construcción de instrumentos, una propuesta para la enseñanza de la física bajo el modelo de Escuela Nueva

- Una botella plástica de gaseosa, con tapa.
- Un alfiler.
- Una regla.
- Un marcador.
- Agua.

● **Actividad: ¿Qué pasaría si?**

Inicialmente se solicitará a los estudiantes de cada equipo que llenen las botellas con agua y luego les pongan la tapa. Con las botellas tapadas se deben realizar tres agujeros (con ayuda de los investigadores) a cada botella de la siguiente manera: Se toma la regla y se mide a lo alto de la botella, desde el suelo, se marcan tres puntos separados arbitrariamente, solo con la condición de que el más cercano al piso no supere los 3,00 cm (se sugiere que las marcas sean a los 3, 9 y 15 cm). Luego de marcar los puntos en la botella se procede a preguntarle al grupo de estudiantes ¿qué pasaría si se perforan las botellas en cada marca realizada? Los estudiantes compartirán sus ideas dentro de cada grupo. Luego de discutir la pregunta se procede a perforar las botellas, para ello se utilizará el alfiler.

En ese momento se invita a los estudiantes a que describan lo sucedido a partir de las siguientes preguntas: ¿qué pasa con el agua? ¿lo sucedido era lo que estaban esperando?

Dentro de cada grupo se le realizará la siguiente pregunta: ¿qué pasará si destapamos la botella? Acto seguido se pedirá al monitor o un miembro del grupo que destape la botella y que estén atentos a lo que pueda suceder con el agua,



La experimentación cualitativa exploratoria y la construcción de instrumentos, una propuesta para la enseñanza de la física bajo el modelo de Escuela Nueva

nuevamente se repiten las preguntas: ¿qué pasa con el agua? ¿lo sucedido era lo que estaban esperando?

Luego de repetir la experiencia varias veces, los investigadores preguntarán al grupo de estudiantes a que se debe el comportamiento del agua cuando la botella tiene tapa y cuando se le quita.

● **Actividad: El mayor alcance**

Para la siguiente etapa, se pedirá a los miembros de cada grupo que utilicen el montaje realizado previamente para dejar correr agua por los agujeros de la botella. Cuando esto esté sucediendo, se solicita que analicen el alcance que logra cada uno de los chorros y se les pregunte lo siguiente:

1. ¿Cuál es el chorro que logra mayor alcance?
2. ¿Cuál es el chorro que logra menor alcance?
3. ¿Qué o quién empuja el agua hacia afuera por los pequeños orificios?

El monitor le da la palabra a cada miembro del grupo para que exprese sus ideas con relación a las preguntas realizadas.

Se solicita a cada monitor que trace una línea horizontal a nivel de cada una de las perforaciones, esto con el fin de marcar varios niveles de profundidad. Luego de tener identificado el más profundo y el menos profundo se realizan las siguientes preguntas: ¿A qué nivel de profundidad creen que se experimenta mayor presión? ¿Por qué? Nuevamente el monitor le da la palabra a cada miembro del equipo.



La experimentación cualitativa exploratoria y la construcción de instrumentos, una propuesta para la enseñanza de la física bajo el modelo de Escuela Nueva

ACTIVIDAD DE CIERRE

- Objetivo: Evidenciar el aprendizaje logrado por medio de la construcción de instrumentos y la experimentación con relación al concepto presión por medio de una presentación creativa.

A partir de las diferentes experiencias llevadas a cabo en las fases anteriores, se solicita a los equipos de trabajo que preparen una pequeña exposición para sus compañeros donde expliquen con sus palabras lo que entendieron de cada actividad, haciendo énfasis en el concepto presión, presión atmosférica y presión a profundidad.

Esta parte del trabajo se realiza bajo la supervisión de los investigadores, quienes facilitarán a cada equipo de estudiantes material alusivo a las actividades desarrolladas (imágenes de las experiencias, cartulina, marcadores, entre otros).

Anexo 10. Planeaciones de clase a modo de secuencia didáctica, parte II



La experimentación cualitativa exploratoria y la construcción de instrumentos, una propuesta para la enseñanza de la física bajo el modelo de Escuela Nueva

FÍSICA EN ACCIÓN: APRENDIENDO SOBRE PRESIÓN A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN Y LA CREACIÓN DE INSTRUMENTOS

Parte II

Como parte de las actividades de cierre, se realizará una visita al acueducto veredal. Previo a esta visita, los investigadores tendrán la oportunidad de generar una lluvia de ideas alrededor de las siguientes preguntas:

1. ¿Sabes cómo es el proceso para que llegue agua a tu vivienda?
2. ¿Conoces cómo es el funcionamiento del sistema de acueducto de tu vereda?

A partir de las respuestas que los estudiantes compartan con el grupo, se realiza por parte de los investigadores una antesala de lo que estos se podrán encontrar en esta visita y algunas relaciones con las actividades trabajadas previamente. Se les advierte que es de vital importancia prestar atención a las explicaciones que las personas encargadas del acueducto veredal van a brindar con respecto al funcionamiento del mismo.

ACTIVIDAD ¿CÓMO LOGRAR UN ACUEDUCTO VEREDAL?

- Objetivo: Identificar los aportes al desarrollo de los procesos discursivos en los estudiantes a partir de la construcción e implementación de instrumentos y actividades experimentales con relación al concepto físico presión.

Para esta parte los estudiantes inicialmente en compañía de los investigadores utilizan la información recopilada en las diferentes actividades realizadas previamente y la visita al acueducto para plantear respuestas a interrogantes como los siguientes:



La experimentación cualitativa exploratoria y la construcción de instrumentos, una propuesta para la enseñanza de la física bajo el modelo de Escuela Nueva

1. ¿De dónde se toma el agua que llega a las viviendas?
2. ¿Cómo se toma esta agua?
3. ¿Qué tratamiento debe darse a esta agua antes de ser distribuida a los hogares?
4. ¿Cómo llega el agua a cada vivienda?
5. ¿Qué relación existe entre las actividades experimentales realizadas y el posible funcionamiento del acueducto?

A partir de la discusión generada alrededor de estas preguntas y luego de revisar material presentado por los investigadores relacionado con el funcionamiento de un acueducto (videos), el grupo completo, en compañía de los investigadores, trabaja en la puesta en escena de una maqueta que intente simular el funcionamiento del sistema de acueducto veredal, para ello se necesitaran los siguientes materiales:

- Botellas de plástico
- Base de madera
- Pitillos de plástico
- Cinta adhesiva
- Casitas para pesebre

Los estudiantes tendrán la oportunidad de recrear su propia propuesta de acueducto veredal en sus casas y compartirla con sus compañeros.

ANEXOS

A continuación, encontrará algunos videos que explican cómo funciona un sistema de acueducto:

- [¿Cómo funciona un sistema de acueducto?](#)
- [VIDEO # 9 El acueducto: un sistema de abastecimiento de agua](#)

Anexo 11. Matriz de análisis

| SUBCATEGORÍAS | INDICIOS | UNIDADES DE ANÁLISIS |
|---|---|---|
| <p>La generación e implementación de instrumentos para la construcción del conocimiento científico dentro de la formación de niños y niñas en la escuela.</p> | <p>La construcción de instrumentos fomenta la participación de los niños en discusiones sobre situaciones físicas relacionadas con el concepto de presión.</p> | <p>Sesión 1 (S1)</p> <p><i>El investigador sugiere a los participantes concentrar su atención en dos cosas: la vela y el agua. ¿Qué pasó? P10: la vela se apagó, ¿y con el agua? P4: se volvió vapor, inmediatamente el grupo de participantes dicen “no” y P10: el agua está subiendo.</i></p> <p><i>Se pregunta ¿Qué o quién empujó el agua dentro del vaso? P8: El humo, luego el grupo de participantes repite esa respuesta, el investigador pregunta ¿cuál humo? P8: el de la vela, el investigador indica que como sería eso posible si ese humo está dentro del vaso, luego P10: el agua misma, el investigador pregunta ¿por qué cuando la vela estaba destapada el agua no empuja? P1: porque el vaso, como ya tenía el coso por adentro (dentro), ya la puso a subir ¿no?</i></p> <p>Sesión 3 (S3)</p> <p><i>El investigador pregunta ¿Por qué cuando la botella tenía la tapa, el agua no salía por los tres agujeros? P8: porque no tenía oxígeno y el agua estaba ejerciendo presión, perdón, el oxígeno que tenía en la parte de arriba estaba ejerciendo presión hacia abajo y por eso los dos huecos de abajo, tenían el agua para salir. Simultáneamente P9: Porque estaba haciendo presión entonces cuando uno hace presión eso no sale.</i></p> |
| | <p>Los estudiantes usan los instrumentos construidos previamente como punto de apoyo para explicar nuevas situaciones físicas relacionadas con el concepto presión.</p> | <p>Sesión 2 (S2) y Sesión 3 (S3)</p> <p><i>P9: Es una presión que nos hace hacer lo que hicimos con el experimento del aire no pesa (haciendo referencia a una actividad realizada en S2), eso es por la presión atmosférica, mira que nosotros no sentimos que el aire pesa, pero el pesa, entonces la presión que casi nosotros no sentimos (haciendo referencia a que la presión atmosférica parece imperceptible, pero está ahí).</i></p> |
| | <p>La construcción de instrumentos y las actividades</p> | <p>Sesión 5 (S5)</p> <p><i>Se observa como durante la visita al acueducto, en un caso específico, los estudiantes</i></p> |

| | | |
|--|--|---|
| <p>Los procesos discursivos y su relevancia en la apropiación de los conceptos para los estudiantes de escuela nueva.</p> | <p>experimentales fomentan la participación de los estudiantes en las discusiones de clase.</p> | <p><i>discuten sobre el uso de una pecera, la cual cumple con la función de alertar una posible contaminación del agua que se pretende distribuir a la población (ver figura 18).</i></p> |
| | <p>A través de actividades de divulgación los estudiantes muestran una apropiación del concepto presión.</p> | <p>Sesión 2 (S2)</p> <p><i>El estudiante P9 pide la palabra al grupo de investigadores para compartir con el grupo lo que registraron en su hoja, P9: Yo en mi hoja escribí que el aire pesa observando la balanza de bombas, al explotar uno de las bombas vemos que la otra se inclina, eso es por el peso del aire. Luego se le da la palabra a P10: me gustó mucho el del vaso porque no sabía que la presión atmosférica era para todos los lados. Al final se le da la palabra a P3: me gustaron mucho todos los experimentos que hicimos, más el del globo que nos enseña si el aire pesa.</i></p> <p>Sesión 4 (S4)</p> <p><i>Grupo 1, P10: yo aprendí que, gracias a la presión atmosférica, el aire pesa (haciendo referencia a la influencia del peso del aire en la presión atmosférica).</i></p> <p><i>Grupo 2, P9: yo aprendí que el aire pesa y que el agua sube gracias a la presión atmosférica (haciendo referencia una de las actividades experimentales realizadas en S3) y que el aire nosotros no lo sentimos, aunque pesa (haciendo referencia al peso imperceptible del aire).</i></p> <p><i>Grupo 3, P2: Aprendí que la vela siempre se apaga si no hay oxígeno y que el oxígeno empuja el agua para arriba (haciendo referencia a la presión atmosférica).</i></p> |
| <p>Las actividades o prácticas experimentales como objeto movilizador del trabajo grupal e individual de los niños en la escuela</p> | <p>En el desarrollo de las actividades experimentales los estudiantes muestran una apertura para ayudarse entre sí en la comprensión de las situaciones físicas abordadas.</p> | <p>Sesión 2 (S2)</p> <p><i>El investigador sugiere que cada una de las parejas lo intente, es decir, que hagan el montaje y observen que ven. Las diferentes parejas comienzan a observar, en algunos casos se queda el papel pegado al vaso, en otros se cae, lo que requiere repeticiones, donde al final todos los participantes logran que su trozo de papel se quede pegado al vaso. Los participantes más grandes, ayudan a sus compañeros más pequeños a lograr el montaje mientras van explicando lo que sucede.</i></p> |

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| <p>con relación a la física.</p> | <p>En el desarrollo de las actividades experimentales los estudiantes muestran una disposición a cambiar de perspectiva y validar con su equipo de trabajo sus propias explicaciones.</p> | <p>Sesión 2 (S2)</p> <p><i>La primera pregunta es una de las que ya se había trabajado con los participantes de tercero a quinto ¿El aire pesa? Participante de primero responde que no pesa, P1: sí pesa, participante de transición responde que no pesa, P2: no pesa, P9: no pesa, P10: Sí pesa. El investigador menciona que, en general, todavía se observan las mismas dudas de la primera actividad en los participantes (haciendo referencia a las dudas observadas en S1). El participante P5 toma la palabra para decir que el aire sí pesa, luego P3 complementa diciendo que el aire si pesa porque de lo contrario no se podrían mover las puertas. El investigador comparte con los participantes el montaje del primer instrumento al cual nombra “balanza”, pregunta a los participantes ¿La balanza está en equilibrio? y P5 responde que sí está en equilibrio. El investigador indica que usará una candela para explotar uno de los globos y pregunta a los participantes ¿Que va a pasar? P10 responde que se va a explotar, el investigador pregunta ¿Y luego? P10 responde que cae la basura del globo que se explotó, el investigador pregunta ¿qué pasa con el otro globo? P10 responde que se inclina, el investigador pregunta ¿por qué se inclina? P10 responde porque el otro no tiene el otro peso, entonces el investigador dice “Entonces el aire...” y P10 termina la frase diciendo “Si pesa” El investigador aprovecha el momento para referirse a los aportes de P10 indicando que según esas apreciaciones, el aire si pesa, luego pregunta ¿Quién está en equilibrio en esa situación? y un participante de primero responde que el aire. El investigador pregunta a P10 que si el aire no pesara, qué pasaría con el globo que queda inflado luego de explotar el otro, a lo que P10 responde que no se inclinaría. El investigador invita a los participantes a observar lo que va a suceder para volver sobre la discusión de si el aire pesa o no pesa, antes de explotar el globo el investigador vuelve y pregunta ¿el aire pesa? a lo que los participantes responden muy divididos entre el sí y él no, sin embargo, se hace una votación y predomina el sí. Se procede a explotar uno de los globos y se pregunta si bajó o no bajó el otro globo y se responde por parte de todos los participantes que sí, luego el investigador pregunta, a partir de ver la balanza inclinada como anticipó P10, ¿el aire pesa? y los participantes responden al unísono que sí.</i></p> |
| <p>La experimentación como</p> | <p>Los estudiantes construyen explicaciones sobre el funcionamiento del acueducto veredal ASOENSE a partir de un</p> | <p>Sesión 6 (S6)</p> <p><i>P5 inicia la explicación de su modelo del acueducto veredal: Esta es la fuente principal (señalando el recipiente blanco), aquí hay un tanque donde se limpia el agua (señalando uno de los recipientes transparentes) y de aquí pasa el agua a las casas. Este es un tanque reservado (señala el recipiente transparente que se encuentra cerca</i></p> |

| | | |
|--|--|---|
| <p>mediador dentro del proceso formativo entre la escuela, las dinámicas familiares y el entorno en el cual habitan los niños y niñas.</p> | <p>prototipo casero realizado por ellos.</p> | <p><i>del tanque principal), no le pudimos hacer el hueco porque ya lo habíamos pegado y quedaría muy junto (esto haciendo referencia al porque no unió el tanque principal con el tanque reservado), entonces los hicimos este aquí y este aquí (señalando cómo conectó el tanque reservado a otras dos viviendas de su modelo).</i></p> |
| | <p>Los estudiantes usan los conocimientos adquiridos en clase para explicar a sus familiares y estudiantes de grados inferiores algunas situaciones físicas relacionadas con el concepto de presión.</p> | <p>Sesión 3 (S3)</p> <p><i>Por grupos, se les hace entrega de los materiales para que realicen el experimento del agua y la vela, los estudiantes que ya lo hicieron en clase pasada les expliquen a sus compañeros que está pasando. P10: Van a ver que cuando ahorita ponga el vaso, van a ver que la vela se va a apagar y el agua y el aire van a subir. Luego de realizar el montaje y observar lo que sucede, un estudiante de primero pregunta dentro de su grupo ¿Por qué sube el agua? P10: porque acabo el oxígeno, la vela se apaga y el agua se sube con el aire y el aire hace presión, y cuando el vaso lo quita, eso hace como una burbuja, saliendo el aire. Simultáneamente, se observa lo sucedido en otro grupo. P8 pregunta a las estudiantes de preescolar: ¿El agua subió o no subió? Las niñas de preescolar responden: subió. P8: porque la presión del oxígeno (refiriéndose a la presión ejercida por el aire) es la hace que cuando la vela se apaga el agua se suba y genera esa reacción, cuando la vela se apaga es que ya se acabó el oxígeno y el agua entonces se sube.</i></p> <p>Sesión 1 (S1)</p> <p><i>P6: Estamos haciendo el experimento, usaremos un plato con agua y una vela y un vaso de vidrio. La idea es prender la vela (muestra cómo encender la vela) y ponerle el vaso (con la vela encendida procede a tapar la vela con el vaso. Cuando se apaga la vela el agua sube (acto seguido sucede lo que el participante indica y sus familiares dicen: vea, vea, vea).</i></p> <p><i>P8: Vamos a hacer un experimento, los materiales son, una vela, un plato, un vaso y agua. vamos a echar el agua al plato o recipiente y vamos a prender la vela, esto siempre haciéndolo con la supervisión de un adulto responsable y vamos a poner el vaso de vidrio, por favor (haciendo referencia a tapar la vela que está encendida con el vaso) y vamos a observar qué pasa con el agua. ¿Vieron que se apaga la vela? Esto es porque no hay oxígeno, entonces la presión empuja el agua.</i></p> |